Written in accordance with the Syllabus of Class XI Schools with diversified course.

উচ্চতর মাধ্যমিক রসায়ন

প্রথম খণ্ড ঃ নবম শ্রেণী

[Chemistry for Class IX]

অধ্যাপক চিত্ত মিত্র, এম এস-সি.

আশুতোষ কলেজ, কলিকাতা

প্রাপ্তিস্থান

প্রফুল্ল লাইব্রেরী

৭১, কর্ণওয়ালিশ ষ্ট্রীট, কলিকাতা-৬

প্রকাশক :
দিলীপ ভট্টাচার্য, এম্ এস-সি.
পি ১২৩, ওয়েডার বার্ণ রোড,
কলিকাতা-২৯

মূল্য তিন টাকা

মুদ্রাকর
শ্রীপঞ্চানন পাল
লক্ষ্মীশ্রী প্রেস
১৫।১, ঈশ্বর মিল লেন,
কলিকাতা-৬

ভূমিকা

মধ্য-শিক্ষা পর্ষৎ নবম, দশম ও একাদশ শ্রেণীর ছাত্র-ছাত্রীদের জন্য যে নূতন পাঠ্যসূচী প্রকাশ করিয়াছেন, সেই অনুসারেই পুস্তকখানি যতদূর সম্ভব নবম শ্রেণীর উপযোগী করিয়া লিখিত হইয়াছে এবং ভ্রমপ্রমাদশূন্য করিবার জন্য আপ্রাণ চেষ্টা করা হইয়াছে।

এই খণ্ড প্রণয়নে আমি হিন্দু স্কুলের রসায়ন-বিভাগের শিক্ষক বন্ধুবর শ্রীবীরেন্দ্রনাথ ভট্টাচার্যের নিকট হইতে বইখানি লিখিবার সুরু হইতে শেষ পযন্ত অকুণ্ঠ সাহায্য ও সহযোগিতা পাইয়াছি। তাঁহার সাহাযা ও সহযে গিতা না পাইলে আমার পক্ষে পুস্তকখানির রচনাকার্য শেষ করা সম্ভব হইত না। তাঁহার নিকট আমি আজীবন ঋণী রহিলাম।

সুধী শিক্ষকবৃন্দের নিকট আমার সনির্বন্ধ অনুরোধ এই যে, তাঁহারা যেন পুস্তকখানির উৎকর্ষসাধনে তাঁহাদের মতামত ও মন্তব্য আমাকে জানাইয়া বাধিত করেন। তাঁহাদেব পরামর্শ ও মন্তব্য ধন্যবাদ সহকারে গৃহীত হইবে।

রসায়ন-বিভাগ
আশুতোষ কলেজ,
কলিকাতা
১২. ১২. ৬১

—চিত্ত মিত্র

সূচীপত্র

HIGHER SECONDARY SCIENCE COURSE

[For Class XI Schools]

CHEMISTRY SYLLABUS

FOR CLASS IX

Board of Secondary Education, West Bengal

Course Content	Notes
1. The role of Chemistry in modern life.	(D—Demonstration by teacher) Brief reference to contributions of Chemistry to : (a) improved health and sanitation, (b) supply of food-stuff , (c) increase in comfort, convenience and pleasures, (d) increased efficiency of technical process etc.
2. Common laboratory processes : decantation, filtration, extraction, vaporization, crystallization, distillation and sublimation.	D. Familiarity with : (i) Vessels for holding, and those for measuring liquids , retort, Woulff's bottle, evaporating dish, funnel, etc (ii) Burners, Heating and evaporation appliances. D—Relevant experiments and the use of these processes in preparing pure substances, etc.
3. (a) Physical states of matter : melting and boiling points.	
(b) Identification of matter : Physical and chemical properties.	D—To show how solids, liquids and gases differ in their physical properties (e g. touch, colour, smell, solubility, magnetic reaction, etc.) and chemical properties (e. g. behaviour on heating treatment with acids, alkalis, and other reagents.)

Course Content	Notes
(c) Physical and chemical changes.	The following changes may be illustrative : melting of ice and wax, burning of coal, conversion of water of steam, rusting of iron, magnetisation of iron, heating the filament of an electric bulb by electric current, heating of copper wire and platinum wire by Bunsen flame, slaking of lime. Brief mention of factors that induce and regulate chemical change, e. g., close contact temperature, pressure, catalysis etc.
(d) Chemical compounds and mechanical mixtures.	D—Study of the difference between a mixture and a compound of iron and sulphur.
(e) Elements and compounds.	
(f) Metals and non-metals.	Only an elementary idea at this stage.
4. Study of Air (a) Air is not an element : it contains oxygen and nitrogen. (b) Proportion (by volume) of these gases in air.	D –(i) Increase in weight during the buring of magnesium in air. (ii) Experimen with burning phosphorus in air inside a bell-air. (iii) Chart of Lavoisier's bell-jar experiment.
(c) Air is a mixture of oxygen and nitrogen.	
Other gases present in the atmosphere.	Only names of these gases are required.
5. Oxygen. (a) Preparation (from mercuric oxide and from potassium chlorate) ; catalysis (only definition and illustration). Commercial preparation from liquid air.	Apparatus for liquifaction is not required, nor also details of fractionation of the liquid.

Course Content	Notes
Properties and uses.	D—The burning of charcoal, sulphur, phosphorus, magnesium, sodium and iron. Testing the product with water and litmus.
(b) Oxide ; may be gaseous solid or liquid. Acidic basic oxides.	
6. Nitrogen.	
Preparation (from air and from ammonium compound), properties. Atmospheric nitrogen is mixed with heavier and inert gases.	
Study of water.	
(i) Water as a solvent.	
(a) Solution. Separation of a solution into solute and solvent (by evaporation, distillation crystallisation etc.)	Simple examples of fractional distillation will be included.
Atmospheric gases dissolved in water, their biological significance.	The emphasis is on the solubility of gases in water.
Solvents for fats, oils, paints and lacquers.	No knowledge of the chemistry of the solutes or of the solvents is expected. The emphasis is on examples of solvents other than water.
(b) Saturated, unsaturated and supersaturated solutions.	D—Preparation of a supersaturated solution of sodium thiosulphate at the room temperature.
Concentration of solutions solubility ; solubility curves.	D—(i) Solubility at room temperature. (ii) Chart of apparatus for determination of solubility at temperatures higer and lower than room temperature.
(c) Qualitative study of the effects of temperature and pressure on solubility of gases in liquids : and of the effect of solutes on freezing and boiling points of solvents.	

Course Content	Notes
(d) Collodial solution and true solutions.	Simple ideas of size of particles. Some everyday examples of colloids.
(e) Water of crystallisation. (Efflorescence and deliquescence)	D—Estimation of water of crystallisation (e. g. of alum).
(f) Natural waters, Purification of water.	Mention to be made of hard and soft waters which will be studied later.
(ii) Action of water on oxides of non-metals and metals.	
(iii) Water as a compound	
(a) Action of metals on water.	D—Action of sodium (evolved gas to be collected and burnt). Chart of action of steam on red-hot iron.
(b) Electrolysis of water. Composition by volume.	
(c) Composition of water by weight.	D—(i) Action of hydrogen on heated copper oxide. (ii) Chart of Dumas' experiment.
Hydrogen.	
(a) Preparation (from dilute acids and from water), properties and uses.	
(b) Reduction in terms of removal of oxygen or addition of hydrogen, oxidation in terms of the reverse processes.	
(c) Nascent state (elementary idea only).	
9. (a) Atoms, Molecules. Elementary idea of atomic weight and molecular weight. • Symbols, formulae, valency (definition and examples),	
(b) Percentage composition.	
(c) Calculation of empirical formula of a compound from its composition by weight,	
(d) Chemical equations. Simple calculations involving weights of substances in chemical reactions.	

উচ্চতর মাধ্যমিক রসায়ন

১

বিজ্ঞানের ভূমিকা ও শ্রেণী-বিভাগ

অজানাকে জানিবার আগ্রহ লইয়াই মানুষের চলা সুরু হইয়াছে। প্রকৃতির শক্তিরূপের নিকট আদিম মানুষ বার বার মাথা নত করিয়াছে সত্য, কিন্তু বিস্ময়ের সঙ্গে সে ইহাও লক্ষ্য করিয়াছে যে অসীম শক্তিশালী প্রকৃতি নিজেকে অসংখ্য নিয়মের নাগপাশে বাঁধিয়া রাখিয়াছে। অনাদিকাল হইতে সূর্য পূর্বদিগন্ত উদ্ভাসিত করিয়া ভোরবেলা উঠিতেছে, আর সন্ধ্যায় পশ্চিমদিগন্তে অস্ত যাইতেছে। সূর্যের এই বিরামহীন পথপরিক্রমার এতটুকু পরিবর্তন আজও হয় নাই। সেই আদিকালে যেমন বৃক্ষ হইতে ফল ভূতলে পতিত হইত, আজও তেমনই ভূতলেই পতিত হয়—উধ্বে উৎক্ষিপ্ত হয় না। এমন-ই ছোট বড় অসংখ্য নিয়মের বন্ধনে প্রকৃতিদেবী নিজেকে বাঁধিয়া রাখিয়াছেন। কিন্তু কেন? ইহাই মানুষের সেই চিরন্তনী জিজ্ঞাসা। সমস্ত জ্ঞান-বিজ্ঞান মূলতঃ এই আদিমতম প্রশ্নকে কেন্দ্র করিয়াই গড়িয়া উঠিয়াছে। কেন?

·· আদিম মানুষ প্রকৃতির যে শক্তিরূপের নিকট ভয়ে-বিস্ময়ে করজোড়ে শুধু করুণা লাভের আশায় উধ্বমুখে চাহিয়া থাকিত, আজিকার মানবসমাজ প্রকৃতিব সেই বিস্ময়কর রূপ দেখিয়া আর ভীত হয় না; কারণ, প্রকৃতির সেই অসীম শক্তির উৎস যে কোথায়, তাহা সে জানিয়াছে এবং তাহার গতি ও প্রকৃতি অনুধাবন করিয়াছে। এখন প্রকৃতির সেই অসীম শক্তি তাহার করতলগত—ইচ্ছামত নিজের কাজে সে এই শক্তিকে ব্যবহার করিতে পারে। এ যেন আলাদীনের সেই আশ্চর্য প্রদীপের কাহিনী। আবার, আর একদিকে ইন্দ্রিয়গোচর ভর ও আয়তন-বিশিষ্ট যে অসংখ্য বস্তুরাশির সহিত মানুষের পরিচয় হইয়াছে ইহাও তাহার মনে প্রশ্ন তুলিয়াছে—এত বিভিন্নতার মধ্যে কোথায় সেই সূত্র, যাহা জানিলে সমস্ত পদার্থের গঠন, প্রকৃতি, পরিচয় ইত্যাদি সম্পূর্ণভাবে জানা যায়? এই যে জানিবাব ইচ্ছা, ইহার-ই প্রেরণায় সে আপনার চতুর্দিকে যে সব পদার্থ দেখিয়াছে, তাহার-ই উপর শক্তির প্রয়োগ করিয়াছে, তাহা ভাঙিয়াছে, বিশ্লেষণ করিয়াছে, রূপান্তরিত করিয়াছে এবং অবশেষে সেই সূত্রগুলি খুঁজিয়া বাহির করিয়াছে; ফলে, প্রকৃতির পদার্থজগতের উপরেও

মানুষ তাহার নিজের আধিপত্য বিস্তার করিয়াছে। বহু পরিচিত পদার্থ হইতে সে আজ কত নূতন নূতন পদার্থ সৃষ্টি করিয়াছে এবং করিতেছে।

আদিম মানুষ সর্বপ্রথম প্রকৃতির যে কয়েকটি রূপের সঙ্গে পরিচিত হইয়া ভীত ও বিস্মিত হইয়াছিল—তাহারা সূর্যের আলো, ঝড়ের তাণ্ডব লীলা, আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুদ্গার প্রভৃতি প্রকৃতির শক্তিরূপ, আর, অসংখ্য বস্তুরাশি, শিলা, পাথর, নুড়ি, গাছপালা, অবণ্যানি প্রভৃতি—প্রকৃতির বস্তুরূপ। তাই প্রকৃতিব এই দুই-রূপ সম্বন্ধে-ই তাহার মনে অসংখ্য প্রশ্ন ধূমায়িত হইয়া উঠিয়াছিল। ধীরে ধীরে আর-ও কত ঘটনা তাহার চোখে পড়িয়াছে, যাহাতে তাহার জ্ঞানের ভাণ্ডার প্রতিমুহূর্তেই বাড়িয়া উঠিয়াছে। তাই কালক্রমে তাহার প্রয়োজন হইল বিজ্ঞানের। প্রকৃতির কোন বিভাগ সম্বন্ধে সুশৃঙ্খল জ্ঞানকেই **বিজ্ঞান** বলে। ইহাব অংশ-বিশেষ শুধু প্রকৃতির একটি বিশেষ বিভাগকেই জানিতে চায়। যে বিজ্ঞান প্রকৃতির বিভিন্ন প্রকাব শক্তি, তাহাদেব ধর্ম, পরস্পরের রূপান্তব প্রভৃতি সম্বন্ধে আলোচনা করে, তাহা **পদার্থ বিজ্ঞান**। যেহেতু প্রকৃতিতে আমরা দুই ধবণের পদার্থের সাক্ষাৎ পাই, যথা—**চেতন পদার্থ** (যাহাব প্রাণ অথবা জীবন আছে) ও **অচেতন** বা **জড় পদার্থ** (যাহাব প্রাণ অথবা জীবন নাই)। তাই চেতন পদার্থ লইয়া যে বিজ্ঞান কারবাব কবে অর্থাৎ চেতনাব বা জীবনেব লক্ষণ, তাহার পবিচয, বৃদ্ধি, ক্ষয, বিভিন্নতা ইত্যাদি লইয়া যে বিজ্ঞান গঠিত, তাহা **জীব-বিজ্ঞান**। আব, অচেতন বা জড পদার্থ—তাহার গঠন, ধর্ম, প্রকৃতি ও রূপান্তর প্রভৃতি লইয়া যে বিজ্ঞান গঠিত তাহাই **রসায়ন বিজ্ঞান**।

জড়পদার্থ কখনই আপন ইচ্ছায বা খেয়ালে আব একটি পদার্থে রূপান্তরিত হইতে পারে না, যতক্ষণ না বাহির হইতে তাহাব উপব কোন শক্তিব প্রয়োগ কবা হয়, তা সে-শক্তি যে-রূপেই প্রযুক্ত হোক না কেন। পদার্থেব উপব শক্তিব এই লীলা-খেলা, এই নৃত্য-চাঞ্চল্য প্রকৃতিতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে অনাদি কাল হইতে চলিযা আসিয়াছে, যাহা দেখিয়া সত্য-ই বিস্ময়ে হতবাক হইতে হয। এই নৃত্যেব তালে তালে পদার্থ নিজে কত বিভিন্নরূপেই না আত্মপ্রকাশ করিতেছে—কখন-ও আপন ঔজ্জ্বল্যে সে চিব-দেদীপ্যমান হীবকখণ্ড, আবাব কখন ও বা সে কৃষ্ণ-মসীবর্ণ কালো কাবন বা কয়লা। আবাব এই কালো কয়লা কখন-ও বা খনিজ তৈলে রূপান্তবিত হইযা আমাদেব কাছে আসিতেছে। এই যে বিভিন্নতা—যদি ইহাব মধ্যকাব যোগসূত্রটি খুঁজিয়া

বাহির করা যায় (বিজ্ঞান সাধনার ইহাই উদ্দেশ্য), তাহা হইলে প্রকৃতিতে যে ঘটনা ঘটিতেছে—রসায়নাগারেও আমরা তাহা ঘটাইতে পারিব।

জ্ঞান বৃদ্ধির সাথে সাথে রসায়ন বিজ্ঞানও আজ অনেকটা ব্যাপ্ত হইয়া পড়িয়াছে, ফলে ইহাকে কয়েকটি শাখায় বিভক্ত করা হইয়াছে।

রসায়নের শ্রেণী-বিভাগ :—

অপ্রাণী-বস্তু-সম্বন্ধীয় রসায়নকে **অজৈব রসায়ন** (**Inorganic Chemistry**) এবং প্রাণীজ বস্তু সম্বন্ধীয় রসায়নকে **জৈব রসায়ন** (**Organic Chemistry**) বলা হয়। যে রসায়নকে বিভিন্ন উপায়ে মানুষের কাজে লাগান হয়, তাহাকে **ফলিত রসায়ন** (**Applied Chemistry**) বলা হয়। কৃষিকার্যে ব্যবহৃত রসায়নকে **কৃষি রসায়ন** (**Agricultural Chemistry**) ও প্রাণী কিভাবে খাদ্য-গ্রহণ ও দেহ-গঠন করে, যে রসায়ন তাহা নির্দেশ করে, তাহাকে **জীব-রসায়ন** (**Bio-Chemistry**) এবং সর্বশেষে, বিভিন্ন বস্তুর রাসায়নিক ক্রিয়ার ব্যাখ্যা যে রসায়ন দেয় তাহাকে **ভৌত রসায়ন** (**Physical Chemistry**) বলা হয়।

রসায়নের আদিকথা :—

ইংরাজীতে '**Chemistry**', ফরাসীতে '**Chimie**' ইত্যাদি রসায়নের যে পরিভাষা পাওয়া যায়, তাহা '**Chemia**' শব্দ হইতে উদ্ভূত। 'কিমিয়া' শব্দটি মিশরীয় শব্দের গ্রীকরূপ এবং ইহার অর্থ 'মিশরীয় বিদ্যা'। নামানুসারে বলা যায় যে এই বিদ্যার উৎপত্তিস্থল মিশর। কেহ কেহ অবশ্য চীনদেশকে রসায়নের জন্মদাতার মর্যাদা দিয়াছেন।

মিশরীয়দের ধারণা, **হার্মেস ত্রিস্মেজিস্টস্** নামে এক মহাপুরুষ সর্ব প্রথম এই বিদ্যা আবিষ্কার করেন। বহু ঐতিহাসিকের মতে খ্রীষ্টীয় প্রথম শতকে আলেকজান্দ্রিয়ায় (মিশর) এই বিদ্যার সূত্রপাত হয়। পরবর্তী-কালে আরবরা '**Chemia**' শব্দের পূর্বে '**Al**' (বিশেষ্য-নিরূপক আরবী শব্দ) যোগ করিয়া কিমিয়ার নাম '**Alchemy**' রাখেন।

আলেকজান্দ্রীয় কিমিয়া-বিদ্‌গণের মধ্যে **ডিমোক্রিটাস্**, ইহুদী মহিলা বিজ্ঞানী **মারিয়া** ও **জোসিমোসের** নাম উল্লেখযোগ্য। কিমিয়ার জ্ঞান যেভাবেই আসিয়া থাকুক, আরবদের হাতে পড়িয়া এই জ্ঞান পূর্ণাঙ্গ বিজ্ঞানে পরিণত হইয়াছিল। কিন্তু কিমিয়াকে আশ্রয় করিয়াই আবার যাদুবিদ্যা,

ভোজবাজি প্রভৃতি অবৈজ্ঞানিক ব্যাপার প্রাধান্ত লাভ করিতেছিল। আরব কিমিয়াবিদ্‌গণ এইসব জঞ্জাল হইতে রাসায়নকে মুক্ত করেন। আরব রসায়ন-বিদ্‌দের মধ্যে **জবির, আল্‌-রাজি, ইব্‌ন্‌-সিনার** প্রভৃতি বিখ্যাত। ইহারা এই শাস্ত্রের প্রভূত উন্নতি সাধন করিয়াছিলেন।

ভারতবর্ষও এই ব্যাপারে পিছাইয়া ছিল না। 'রসায়ন' শব্দটি অথর্ববেদোক্ত **'অয়স্যাণি'** শব্দ হইতে উদ্ভূত। 'অয়স্যাণি' শব্দের অর্থ—দীর্ঘ-জীবন ও স্বাস্থ্য লাভের উপায়। প্রাচীন ভারতীয় রসায়ন প্রধানতঃ চিকিৎসা বিদ্যার আঙ্গিক হিসাবে উদ্ভুত। প্রাচীন ভারতীয় রসায়নীগণের মধ্যে **চরক, সুশ্রুত, ভাগবত, বৃন্দা, চক্রপানিদত্ত** ও **নাগার্জুনের** নাম উল্লেখযোগ্য। চরক ও সুশ্রুত-সংহিতা উভয় গ্রন্থেই স্বর্ণ, রৌপ্য, তাম্র, সীসক, টিন ও লৌহ এবং কয়েক প্রকার লবণ, ক্ষার, ক্ষার-প্রস্তুতবিধি ও সন্ধিত পানীয় (fermented drink) ও অন্যান্য বহু প্রকাব রাসায়নিক বিষয় ও প্রক্রিয়ার উল্লেখ পাওয়া যায়। ভারতীয় রসায়নীদের মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের প্রভেদ সম্বন্ধে জ্ঞান সুপরিস্ফুট ছিল। ক্ষিতি, অপ, তেজ, মরুৎ ও ব্যোম এই পঞ্চভূত বা মৌলিক পদার্থের সংমিশ্রণে যে সকল যৌগিক পদার্থের উৎপত্তি, তাহা তাঁহাদেব জানা ছিল। নানাবিধ রঞ্জক উৎপাদনেও তাঁহারা ব্যুৎপত্তি অর্জন কবিয়াছিলেন। ইহাব পর ভারতীয় তান্ত্রিক রসায়নবিদগণ পারদ ও দস্তার ব্যবহার আরম্ভ করেন। বিভিন্ন ধাতু, খনিজ-পদার্থ হইতে ধাতু-নিষ্কাশন পদ্ধতি, বিশুদ্ধ ধাতু চিনিবার উপায়, বিভিন্ন ধাতুর স্পর্শে অগ্নিশিখার রং পরিবর্তন (flame test), পারদ ও পারদঘটিত যৌগিক ও বিভিন্ন ক্ষার প্রভৃতিব রাসায়নিক পরীক্ষাব জন্য নানা ধরণেব যন্ত্রপাতি ভাবতীয় তান্ত্রিক রসায়নবিদ্‌গণের জানা ছিল। পরবর্তী কালে (১৩০০-১৫৫৬ খ্রীঃ) নানাবিধ ধাতব অম্লেব (acid) কথা ভারতীয় গ্রন্থে উল্লেখ আছে।

নানাবিধ সঙ্কর ধাতু (alloy) সম্বন্ধেও ভারতীয়দেব প্রচুর জ্ঞান ছিল। 'পিত্তল, ব্রোঞ্জ, কাংস্য প্রভৃতি সঙ্কর ধাতুর ব্যবহার ভাবতীয়দের ভালভাবেই জানা ছিল। তাঁহারা বিভিন্ন ধরণের লৌহের, যথা—মৃন্দম্‌ (wrought iron), তীক্ষ্ম্‌ (ইস্পাত) প্রভৃতি ব্যবহার করিতেন। লৌহের চৌম্বক গুণসম্বন্ধেও তাঁহাদের জ্ঞান নেহাৎ অল্প ছিল না।

ভারতবর্ষে লৌহের ব্যবহার সুরু হয় বৈদিক যুগে। ঋগ্বেদের 'অয়স্‌' শব্দটির অর্থ লৌহ। মরিচাবিহীন লৌহ তৈয়ারী, তৎকালীন ভারতীয়

রসায়নীদের বিশেষ-কৃতিত্বের পরিচায়ক। দিল্লীর লৌহস্তম্ভ (মরিচাহীন); আজিও জগতের বিস্ময়ের বস্তু। ধারার লৌহস্তম্ভ, আবু পাহাড়ের অচলেশ্বর মন্দির-প্রাঙ্গনের লৌহস্তম্ভ, কোণারক ও পুরীর মন্দিরে ছোট-বড় লৌহ কড়ি-বড়গা এখনও আমাদের বিস্ময়োদ্রেক করে। মাত্র দুইশত বৎসর পূর্বেও ভারতীয় ইস্পাতই পৃথিবী-বিখ্যাত ছিল।

বিশুদ্ধ তাম্রের ব্যবহারও ভারতীয়দের জানা ছিল। রামপূর্ব অশোক-স্তম্ভের তাম্র-নির্মিত অর্গল, কুষাণ ও গুপ্তসম্রাটদের বিশুদ্ধ তাম্র-মুদ্রা, প্রাচীন বিহারের ধ্বংসস্তূপ হইতে আবিষ্কৃত বিরাট তাম্র-নির্মিত বুদ্ধমূর্তি প্রাচীন ভারতে বিশুদ্ধ তাম্র ব্যবহারের স্বাক্ষর।

ভারতীয় রসায়ন কিরূপ উন্নত ছিল তাহা বুঝা যায় এই সব প্রামাণিক তথ্য হইতে। কিন্তু বৈদেশিক আক্রমণ ভারতের এই দ্রুত-উন্নতিশীল জ্ঞানচর্চার পথে এক ছেদ টানিয়া দিল। পাঠান আক্রমণের ফলে ভারতীয় কিমিয়াবিদ্যা নষ্ট হইয়া যায় এবং রসায়ন বিজ্ঞানে ভারত বহু পিছনে পড়িয়া থাকে।

মধ্যযুগে আরবেরা বিশেষ শক্তিশালী হইয়া উঠে। তাহারা অমিত বিক্রমে স্পেনে বিজয়পতাকা লইয়া প্রবেশ করে। স্পেন হইতেই আলকেমীবিদ্যা সমস্ত ইউরোপে ছড়াইয়া পড়ে। ইউরোপে মধ্যযুগে কিমিয়া চর্চার প্রধান অনুপ্রেরণা আসে কিমিয়া সংক্রান্ত আরবী গ্রন্থের অনুবাদ প্রচেষ্টার মাধ্যমে। ত্রয়োদশ শতাব্দীতে ইউরোপে কিমিয়া চর্চা বিশেষভাবে বৃদ্ধি পায়। বিখ্যাত পণ্ডিত **অ্যালবার্টাস ম্যাগ্‌নাস্, রজার বেকন ও সেণ্ট টমাস অ্যাকুইনাস** কিমিয়া-বিদ্যায় উৎসাহী ছিলেন **ভিনসেণ্ট অব বোভে, আর্নাল্ড অব ভিল্লানোভা ও রেমণ্ড লুলি** ত্রয়োদশ শতাব্দীর বিখ্যাত কিমিয়া-বিশারদ।

ভারতবর্ষে যখন এই বিদ্যাচর্চায় আকস্মিক যবনিকাপাত হইল, ইউরোপে তখন নবোদ্যমে আরম্ভ হইল ইহার গবেষণা। নিত্য-নূতন আবিষ্কারে ইউরোপ অন্যান্য মহাদেশ হইতে আগাইয়া গেল। কলহমুখর এশিয়া রহিল পিছনে পড়িয়া। ইউরোপ জন্ম দিল নূতন নূতন প্রতিভার।

সপ্তদশ শতাব্দীতে আয়ারল্যাণ্ডে জন্মগ্রহণ করিলেন **রবার্ট বয়েল,** অষ্টাদশ শতাব্দীতে ইংলণ্ডে **প্রিষ্টলী ও ক্যাভেণ্ডিশ্‌** এবং সুইডেনে **শিলী**। এই সময়ে তদানীন্তন সর্বশ্রেষ্ঠ প্রতিভা **ল্যাভয়সিয়ার** জন্মগ্রহণ

করেন ফ্রান্সে। সত্যিকারের মৌলিকপদার্থ তিনিই সর্বপ্রথম আবিষ্কার করেন। বায়ুকে তিনি বিশ্লেষণ করেন। অক্সিজেন সংক্রান্ত বিবিধ গবেষণাও তিনি করেন। ধাতু-ভস্ম সম্বন্ধে বহুদিনের কুসংস্কার হইতে তিনি বিজ্ঞানকে মুক্ত করেন। তিনিই সর্বপ্রথম প্রমাণ করেন মৃত্তিকা ('ক্ষিতি') কোন মৌলিক পদার্থ নয়। তাম্র, লৌহ, সীসা, দস্তা, টিন, পারদ ইত্যাদি বহু মৌলিক পদার্থ লইয়া উহা গঠিত। স্বর্ণ, রৌপ্য, কার্বণ, কোবল্ট, নিকেল ইত্যাদি অনেক বস্তুকেই ল্যাভয়সিয়ার মৌলিক পদার্থরূপে চিহ্নিত করেন। তিনি তাঁহার অদ্ভুত প্রতিভা বলে রসায়নের আরও অনেক তত্ত্ব আবিষ্কার করেন।

সুইডিশ বিজ্ঞানী শিলী প্রকৃতপক্ষে সর্বপ্রথম অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন আবিষ্কার করেন। তাহা ছাড়া তিনি ক্লোরিন, ফসফরাস ও নানাবিধ রাসায়নিক দ্রব্য আবিষ্কার করেন।

বৃটিশ-বিজ্ঞানী ক্যাভেনডিশ জল ('অপ') সম্বন্ধে বিশদভাবে গবেষণা করেন। উহা যে মৌলিক পদার্থ নহে, পরন্তু হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিলনে গঠিত—ইহাও প্রমাণ করেন। ধর্মযাজক বৃটিশ-বিজ্ঞানী প্রিষ্টলী সোডা-ওয়াটার, অ্যামোনিয়া প্রভৃতি গ্যাস আবিষ্কার করেন। ইনিই রাসায়নিক তুলাদণ্ডের (Chemical balance) প্রথম প্রবর্তন করেন।

এইভাবে রোজার বেকন, ম্যাগনাস প্রভৃতি বিজ্ঞানীরা যাহা আরম্ভ করিয়াছিলেন এইসব প্রতিভা উহাকে আরও বহুগুণে উন্নত করিয়া তুলিলেন।

ইউরোপ হইয়া উঠিল রসায়ন গবেষণার তীর্থস্থান। ঊনবিংশ ও বিংশ শতাব্দীতে ইউরোপ এই বিদ্যায় আরও উন্নত হইয়া উঠিল। ইংলণ্ডে জন্মগ্রহণ করিলেন **ডেভি ও র‍্যামজে**, জার্মানীতে **বুনসেন, কারশফ্** প্রভৃতি, পোল্যাণ্ডে **ম্যাডাম কুরী**। পাশ্চাত্য জগতে এইভাবে রসায়ন বিদ্যাচর্চার প্রতিযোগিতা সুরু হইল। যাহার ফলে পাশ্চাত্য জগৎ আজ শিল্প-বাণিজ্যে এত বেশী উন্নত। কিন্তু যেখানে রসায়নের জন্ম হইয়াছিল সেইস্থানগুলি রহিল কয়েক শতাব্দী পিছনে পড়িয়া। অজ্ঞানতার অন্ধকারে সেই সব দেশ ডুবিয়া রহিল। শিল্প-বাণিজ্যে সর্বত্র পিছু হটিতে বাধ্য হইল। দারিদ্র্যের কঙ্কাল-ছায়ায় জাতির শ্রী নষ্ট হইয়া গেল।

বহুদিন পরে অর্থাৎ বিংশ শতাব্দীর প্রারম্ভে আমাদের দেশের জাগরণের সঙ্গে সঙ্গে এই বিদ্যা-চর্চার আগ্রহ দেখা দিয়াছে। কয়েকজন মনীষী উপলব্ধি

করিলেন যে এই বিদ্যা ব্যতীত জাতীয় উন্নতি অসম্ভব। শিল্পের সহিত ইহার এত নিগূঢ় সম্পর্ক যে ইহাকে বাদ দিয়া শিল্পোন্নতি সম্ভব নয়। এই ধারণার মূলে ছিলেন **আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র রায়**। তাঁহারই অনুপ্রেরণায় ভারতবর্ষে আবার নূতন করিয়া রসায়ন চর্চা সুরু হইয়াছে। স্বর্গীয় আচার্য্য-কে জানাই আমাদের প্রণাম।

রসায়ন-বিজ্ঞানের অবদান

রসায়নবিদ্যা মানুষকে পদার্থ জগতের উপর আধিপত্য বিস্তার করিতে সাহায্য করিয়াছে। পদার্থের গুণাগুণ ও ধর্মাধর্ম যতই জানা গিয়াছে, মানুষ ততই তাহা নিজের কাজের জন্য ব্যবহার করিতে প্রয়াস পাইয়াছে। প্রস্তরযুগে মানুষ শুধুমাত্র পাথরের ব্যবহার জানিত। তারপর ধীরে ধীরে সে সোনা, রূপা, তামা, দস্তা, টিন এবং পরে লোহা ও সীসার ব্যবহার শিখিল। নিজের যাবতীয় প্রয়োজন তাহারা এই সীমিত জ্ঞানের সাহায্যে মিটাইতে চেষ্টা করিত—ফলে তাহার পক্ষে গগনচুম্বী ১০৫ তলা বাড়ী নির্মাণ সেদিন সম্ভব ছিল না—সম্ভব ছিল না বিভিন্ন ধরণের কলকব্জা, যন্ত্রপাতি ইত্যাদি তৈয়ারী করা। আজ ধাতু সম্বন্ধীয় জ্ঞান তাহার বহু বাড়িয়াছে—বহু মৌলিক ধাতু সে আবিষ্কার করিয়াছে—বহু সঙ্কর-ধাতু সে উৎপাদন করিয়াছে, ফলে তাহার পক্ষে আজ কৃত্রিম উপগ্রহ স্পুটনিক আকাশে পাঠান সম্ভব হইয়াছে। পদার্থবিদ্ ও ইনজিনিয়ারের সঙ্গে যদি রসায়নবিদ হাত না মিলাইত তবে আকাশে উঠিবার সঙ্গে সঙ্গেই উহা বায়ুর সংঘর্ষে জ্বলিয়া উঠিত।

এই তো মাত্র কিছুদিন আগে মানুষ কয়লার ব্যবহার শিখিয়াছে—পেট্রোল আবিষ্কার হইয়াছে আরও পরে। আগে কাঠ-ই ছিল একমাত্র জ্বালানী। রসায়নবিদ্ যদি পেট্রোলের ব্যবহার না শিখাইত, তবে আজ পথে পথে মোটরগাড়ী চলিত না—আকাশে পাখা মিলিবার স্বপ্ন মানুষের চিরদিন স্বপ্ন হইয়াই থাকিত। কয়লাকে সেদিনও শুধু জ্বালানী রূপেই ব্যবহার করা হইত। কিন্তু আজ এই কয়লা হইতে জ্বালানী গ্যাস (coal gas) পিচ্, আলকাতরা, নানারকম ঔষধ, রঙ, বেঞ্জিন, নেপথ্লিন, ফেনল, অ্যানথ্রাসিন ইত্যাদি নানারকম জৈব পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে—ইহা ছাড়া

এই কয়লা হইতে আজ পেট্রোলিয়াম জাতীয় খনিজ তৈল-ও উৎপাদন করা সম্ভব হইয়াছে। রসায়নবিদের পরিচয়-পত্র না থাকিলে কালো কয়লা চিরদিন-ই অবজ্ঞার বস্তু হইয়া থাকিত; আর, মানবসভ্যতার এই অগ্রগতি আর-ও বহুশত বৎসর পিছাইয়া যাইত।

চিকিৎসায় রসায়ন—আজ আমাদের অসুখ করিলেই চিকিৎসকের শরণাপন্ন হই—ডাক্তারবাবু কখন-ও অ্যাস্‌প্রো, কখন-ও কুইনাইন, কখনও এল্‌কোসিন, কখনও বা পেনিসিলিন ব্যবহার করিবার নির্দেশ দেন। এই সব ঔষধ সম্বন্ধীয় জ্ঞান ও মানবদেহের উপর তাহার প্রভাব ইত্যাদি বিষয় চিকিৎসককে কে জানাইয়াছে? বিভিন্ন রোগ কেন হয়—ইহাদের হাত হইতে পরিত্রাণের উপায় কি—রোগের আক্রমণে রক্তকণিকার কি ধরণের পরিবর্তন হয় ইত্যাদি সম্বন্ধীয় জ্ঞান যদি রসায়নবিদ্যা সরবরাহ না করিত, তাহা হইলে এই পৃথিবীতে মানবগোষ্ঠী টিকিয়া থাকিত কি না সন্দেহ। এই তো সেদিন-ও কত শত প্রাণ ম্যালেরিয়া, কালাজ্বর, টাইফয়েড, নিউমোনিয়া ইত্যাদি রোগের নিকট বলি হইয়াছে—রসায়নবিদের চেষ্টায় কুইনাইন, ইউরিয়া-ষ্টিবামাইন, ক্লোরোমাইসেটিন, পেনিসিলিন ইত্যাদি ঔষধ আবিষ্কার হওয়ায় আজ আর আমরা ঐ সকল রোগের নাম শুনিয়া ভীত হই না। যক্ষ্মা সেদিনও দুরারোগ্য ব্যাধি বলিয়া জানা ছিল, কিন্তু আজ ষ্ট্রেপ্‌টোমাইসিন আবিষ্কার হওয়ায়, আর ভয়ের কারণ নাই।……বীজাণু হইতে সাধারণতঃ বিভিন্ন ধরণের রোগ সৃষ্টি হইয়া থাকে; অতএব চাই বীজাণুনাশক পদার্থ। রসায়নবিদের চেষ্টায় প্রস্তুত হইল ব্লিচিং পাউডার, ফিনাইল, ডি. ডি. টি, ডেটল ইত্যাদি। ইহা ছাড়া-ও রসায়নবিদ্যা, মানুষের পুষ্টি ও বৃদ্ধির জন্য কি কি জিনিষের প্রয়োজন তাহা খুজিয়া বাহির করিয়াছে। সে খাদ্যের খাদ্যমূল্য নিরূপণ করিয়াছে—সুষম খাদ্যের তালিকা দিয়াছেে খাদ্যে কোন্ জিনিষের অভাবে শরীরে কি ধরণের উপদ্রব হয়, তাহা নির্ধারণ করিয়াছে; এবং তাহা উপশমের জন্য বিভিন্ন খাদ্যপ্রাণ রসায়ণাগারে উৎপন্ন করিয়া ক্লান্ত, পাণ্ডুর, রোগক্লিষ্ট মানবের হাতে তুলিয়া দিয়াছে। মানব সমাজের কানে প্রতিমুহূর্তেই রসায়ণবিজ্ঞান বলিতেছে—'মা ভৈঃ', ভয় নাই; আমি রহিয়াছি তোমার পাশে সদা-জাগ্রত প্রহরী।

কৃষিকার্যে রসায়নঃ—রসায়নবিদ্যা আধুনিক কৃষিকার্যে মানবের প্রধান সহায় হইয়া দাঁড়াইয়াছে। উদ্ভিদের খাদ্য কি, কি ভাবে উহাদের

পুষ্টি হয় ইত্যাদি রসায়নবিজ্ঞানী আজ জানিয়াছে। ফলে উদ্ভিদের বাহ্যিক চেহারা দেখিয়া-ই আজ আমরা বুঝিতে পারি মাটিতে উদ্ভিদের কোন্ খাদ্যের অভাব ঘটিয়াছে। যদি দেখা যায় উদ্ভিদ্ সবুজ হওয়ার পরিবর্তে হলদে হইয়া যাইতেছে, বুঝিতে হইবে মাটিতে নাইট্রোজেনের অভাব ঘটিয়াছে—যদি দেখা যায় ফলপ্রসূ বৃক্ষ হইতে বেশী ফল পাওয়া যাইতেছে না, বুঝিতে হইবে, মাটিতে ফস্ফেটের অভাব ঘটিয়াছে। মাটি বিশ্লেষণ করিয়াই উপরোক্ত সিদ্ধান্তে পৌঁছিয়াছে রসায়নবিজ্ঞানী; এবং উদ্ভিদের উপরোক্ত চাহিদা মিটাইবার জন্য অ্যামোনিয়াম সালফেট্, সুপারফসফেট্ এবং আর-ও কত সার সে উৎপাদন করিয়াছে, এবং এই সব সার নির্দিষ্ট পরিমাণে মাটিতে মিশাইয়া মাটিকে করিয়া তুলিয়াছে সুফলা। উদ্ভিদ্নাশক বিভিন্ন কীট কি ভাবে ধ্বংস করা যায়—সে সম্বন্ধে-ও প্রচুর গবেষণা হইয়াছে এবং আবিষ্কার হইয়াছে বুর্দোয়া মিকশ্চার এবং আর-ও কত কীটঘ্ন ঔষধ। খাদ্য ও স্বাস্থ্যের প্রভূত উন্নতি সাধন করিয়া রসায়নবিজ্ঞান আজ মানুষের আয়ু বহুলাংশে বৃদ্ধি করিয়াছে।

স্বাচ্ছন্দ্যদায়ী রসায়নঃ—মানুষের সুখ স্বাচ্ছন্দ্যের কত সামগ্রী হাতে করিয়া রসায়নবিজ্ঞান আজ আমাদের দ্বারে আসিয়া দাঁড়াইয়াছে। কত প্রসাধনের সামগ্রী—স্নো, পাউডার, পমেড, ক্রীম, সাবান ইত্যাদি সে তৈয়ারী করিয়াছে। সূর্যের প্রচণ্ড কিরণে ঘর্মাপ্লুত মানবের কাছে, সে শীততাপ-নিয়ন্ত্রিত বসন্তের হিল্লোল লইয়া আবির্ভূত হইয়াছে। গ্রামোফন রেকর্ড তৈয়ারীর পদার্থ—ফটোগ্রাফীর রাসায়নিক কৌশল, মৌলিক পদার্থ সিলেনিয়ামের আলো বা উত্তাপ শক্তিকে বিদ্যুৎতরঙ্গে পরিণত করিবার অদ্ভুত ক্ষমতা ইত্যাদি রসায়ন-বিজ্ঞানী আবিষ্কার না করিলে আজ শীততাপ নিয়ন্ত্রিত প্রেক্ষাগৃহ মানুষের কল্পনাপ্রবণ মস্তিষ্কের একটি বিলাস হইয়াই থাকিত।

উপসংহারঃ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে প্রতিমুহূর্তে আমাদের প্রত্যিটি প্রয়োজনীয় জিনিষ-ই রসায়নবিজ্ঞানের দান। এমন কি যে কাগজে আমরা লিখিতেছি, যে কালি দিয়া লিখিতেছি, যে বই পড়িতেছি তাহার সমস্ত-ই এই রসায়নবিজ্ঞানের দান।

যে কোন শিল্পের ক্ষেত্রেই রসায়নবিজ্ঞানের জ্ঞান অপরিহার্য। দেশে দেশে আজ চলিতেছে শিল্পোন্নতির প্রচেষ্টা। প্রতিযোগিতায় হারিলে দারিদ্র্য এবং জিতিলে প্রাচুর্য। ভারতের শিল্পই এককালে ভারতকে প্রাচুর্যের

সিংহাসনে বসাইয়াছিল। কারণ তখন দেশে ছিল বিজ্ঞানের চর্চা। সে চর্চা-ও লোপ পাইল, এবং দেশব্যাপী দারিদ্র্য-ও দেখা দিল। দেশে আজ শিল্পোন্নতির চেষ্টার সঙ্গে সঙ্গে দেখা যাইতেছে যে অভিজ্ঞ রসায়নীর কত অভাব! যে কোন শিল্পে-ই রসায়নবিদের প্রয়োজন আছে। রেয়নশিল্প, কয়লা ও পেট্রোলিয়াম শিল্প, প্লাষ্টিক শিল্প, ঔষধশিল্প ইত্যাদি সব কিছুতেই রসায়নের প্রয়োজন।

রসায়নবিজ্ঞান একদিকে যেমন মানুষের সুখ-সমৃদ্ধি ও তাহার সভ্যতার অগ্রগতির পথে একমাত্র সহায়ক, অন্যদিকে মানবসভ্যতা-ধ্বংসকারী প্রচুর আগ্নেয়াস্ত্র, বিস্ফোরক ইত্যাদিও এই রসায়ন বিজ্ঞানী-ই সৃষ্টি করিয়াছে। মানবতা ধ্বংসকারী এই সব মারণাস্ত্রের কথা যখন চিন্তা করা যায়, তখন রসায়নবিজ্ঞান পাঠের আবশ্যকতা সম্বন্ধে মনে প্রশ্ন জাগে। কিন্তু সকল বিজ্ঞান চর্চার একমাত্র উদ্দেশ্যই হইতেছে মানুষের কল্যাণ সাধন করা। রসায়নবিজ্ঞানী পদার্থের গুণাগুণ, ধর্মাধর্ম আবিষ্কার করিয়া সদ্‌গুণগুলিকে মানুষের কল্যাণে নিয়োজিত করিয়াছে। পদার্থের অসদ্‌গুণগুলি যদি মুষ্টিমেয় ক্ষমতালোলুপ ও স্বার্থান্বেষী ব্যক্তি নিজেদের স্বার্থসিদ্ধির জন্য ব্যবহার করে, তাহার জন্য সত্য-ই কি রসায়নবিজ্ঞানকে দায়ী করা চলে?

Questions to be discussed

1. What is Chemistry? Trace the history of its origin as a special branch of science.

2. What are the contributions of Egypt, Arabia and India to Chemistry?

3. Write what you know about the origin, development, decline and revival of Chemistry in India.

4. How did Europe accept Chemistry? Name some of the European scientists devoted to this branch of science. Write in short their contributions to the development of the science.

5. Discuss Lavoisier, Scheele and Priestley as Chemists.

6. "Modern civilization solely depends on Chemistry"—Discuss

7. Discuss Chemistry as the source of abundance, health and comfort.

8. What is Chemistry? Discuss the scope of Chemistry as a modern science.

9. Name the branches of Chemistry and discuss their scope.

10. (a) Why is the study of Chemistry so important in the building up of modern India? Give reasons.

(b) Chemistry is the basis of industry—Discuss.

২

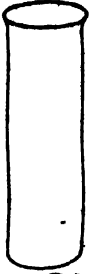
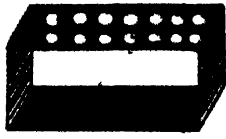
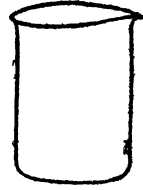
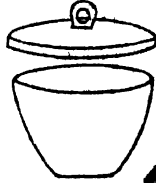
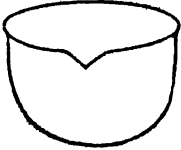
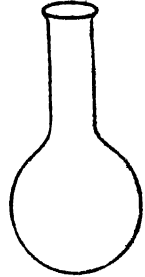
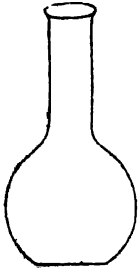
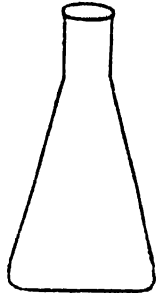
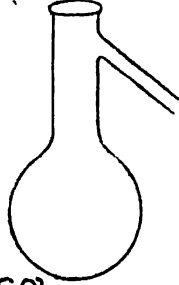
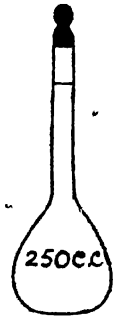
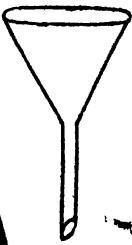
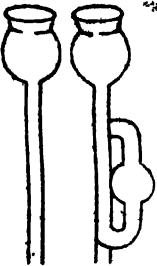
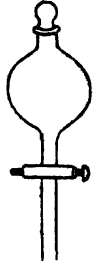
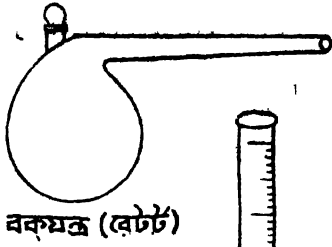
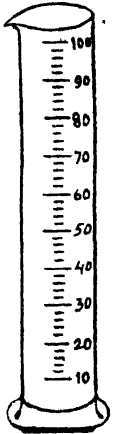
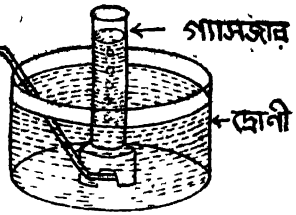
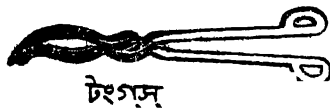
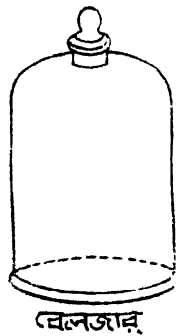
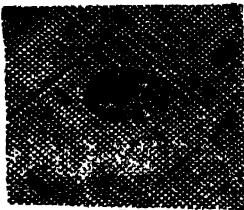
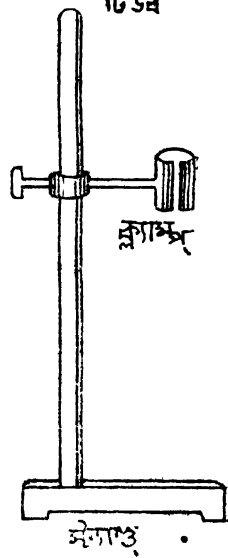
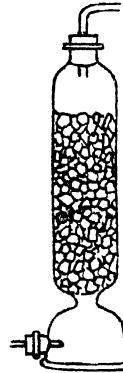
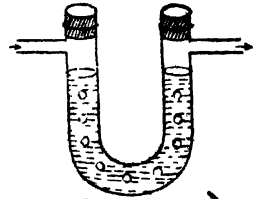
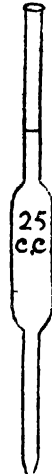
রসায়নাগারের যন্ত্রপাতি

রাসায়নিক পরীক্ষা যে ঘরে করা হইয়া থাকে তাহাই হইল রসায়নাগার। রসায়ন-সংক্রান্ত পরীক্ষার জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতিরও প্রয়োজন। রসায়নাগারে এই সকল যন্ত্রপাতি সুসংবদ্ধ ভাবে রাখিতে হইবে। রন্ধনগৃহের সহিত ইহার অনেকটা তুলনা চলে। রন্ধনগৃহ যেমন পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন হওয়া উচিৎ, রসায়নাগারও তেমনিই পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন হইবে। রসায়নাগার হইবে আলো ও বাতাসযুক্ত। বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়ার ফল ভাল করিয়া লক্ষ্য করিতে হইবে—অনেক সময়ে হইবে রংয়ের পরিবর্তন। এই সমস্ত লক্ষ্য করিবার জন্য রসায়নাগার আলোযুক্ত হওয়াই বাঞ্ছনীয়। রসায়নাগারে বিভিন্ন গ্যাসের উৎপত্তি হইবে। উহার মধ্যে আবার কোন কোনটি স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকারক। সেই কারণে ইহা হইবে বাতাসযুক্ত এবং ইহাতে থাকিবে সুষ্ঠু বায়ু-সঞ্চালন ব্যবস্থা। প্রত্যেক ছাত্রের জন্য থাকিবে পৃথক ডেস্ক এবং ডেস্কের উপর থাকিবে তাক্ (rack)। ছাত্রদের দৈনন্দিন ব্যবহারের জন্য ডেস্কে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি থাকিবে এবং উপরিস্থিত তাকে থাকিবে প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি। যে সব রাসায়নিক দ্রব্যের সর্বদা প্রয়োজন নাই অথচ সময় বিশেষে দরকার পড়ে, সেগুলিকে রাখিবার সাধারণ একটি পৃথক স্থান নির্দিষ্ট করিতে হইবে।

রসায়নাগার হইবে কোলাহল বিহীন, কেননা কোলাহল মুখর রসায়নাগারে দুর্ঘটনা হইবার সম্ভাবনা। রসায়নারে সাধারণতঃ যে সব দুর্ঘটনা ঘটে তাহার সম্বন্ধে ছাত্রদিগকে অবহিত হইতে হইবে। কতকগুলি প্রাথমিক শুশ্রূষাবিধিও তাহাদের জানা প্রয়োজন।

রসায়নাগারের সাজ-সরঞ্জাম :—

রন্ধনগৃহের যেমন উনান, ঘটি, বাটি, সাঁড়াশী, ছাঁকনী ইত্যাদির প্রয়োজন হয়, রসায়নগারের ঠিক তেমনি কতকগুলি যন্ত্রপাতির প্রয়োজন। রন্ধনগৃহের উনান রসায়নগারে আসিয়া বার্নার (বুনসেন) হইয়াছে, ঘটি হইয়াছে ফ্লাস্ক, বাটি হইয়াছে বীকার, ছোট বাটি হইয়াছে খর্পর (basin), সাঁড়াশী হইয়াছে

রসায়নাগারের যন্ত্রপাতি

রসায়নাগারের যন্ত্রপাতি

টংস্ এবং ছাঁকনীর কাজ করে ফিল্টার কাগজ। সেইজন্য রন্ধনগৃহকে অনেকে গার্হস্থ্য-রসায়নাগার বলিয়া থাকেন।

একটি রসায়নাগারে বহুবিধ যন্ত্রপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্যাদি (reagents) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উহাদের মধ্যে অতি প্রয়োজনীয় কয়েকটির আলোচনা করা প্রয়োজন।

পরীক্ষা-নল (Test-tube) :—রসায়নাগারে পরীক্ষা-নলের প্রয়োজন সর্বাধিক। ক্ষুদ্রাকৃতি সামান্য এই যন্ত্রটি বলিতে গেলে রসায়নাগারের প্রাণ। ইহা ঊর্ধ্বমুখ খোলা এবং তলাবদ্ধ একটি কাঁচের নল। ইহার আকার ছোট বা বড় হইয়া থাকে। ইহাকে রাখিবার জন্য কাঠের ধারক ব্যবহার করা হয়। হোমিওপ্যাথিক শিশি যেভাবে রাখা হয়, কাঠের ধারকে পরীক্ষা-নলগুলিকে সেইভাবে রাখা হইয়া থাকে। যে পরীক্ষা-নলে উত্তাপ দেওয়ার প্রয়োজন তাহা শক্ত কাঁচের হইয়া থাকে। পরীক্ষা-নলের অভ্যন্তর ভাগ পরিষ্কার করিবার ব্যবস্থাও আছে।

বীকার (Beaker) :—ইহা রসায়নাগারের কাঁচের বাটি। বীকারের অর্থও বাটি। নানা প্রকার তরল পদার্থ রাখার জন্য ইহা ব্যবহার করা হয়। কোন কোন সময়ে অধঃক্ষেপ (precipitate) ফেলার জন্য ইহাও ব্যবহার করা হইয়া থাকে। সম্পূর্ণ গোলাকার মুখ এবং তরল ঢালিবার উপযোগী সরু নালাকাটা-মুখবিশিষ্ট বীকার রসায়নাগারে ব্যবহৃত হয়। বীকারও নানা মাপের হইয়া থাকে, যথা—100c.c , 250c.c ; 500c.c. ইত্যাদি।

খর্পর (Porcelain basin) : ইহা রসায়নাগারের ব্যবহারোপযোগী ছোট বাটি। ইহা পোরসিলেন কিংবা চীনা মাটির তৈয়ারী। রসায়নাগারে স্ফটিকীকরণ, বাষ্পীভবন ও অন্যান্য বহু পরীক্ষায় ইহা প্রয়োজন।

কাঁচকুপী (Flask) : ইহা রসায়নাগারের ঘটি, যদিও 'ফ্লাস্ক' শব্দটির অর্থ বোতল। ইহাতে সাধারণতঃ তরল রাখা হয়। ফ্লাস্ক কয়েক প্রকারে হয়। **গোলতল ফ্লাস্ক, চ্যাপ্টাতল ফ্লাস্ক, পাতন ফ্লাস্ক, কোণাকার ফ্লাস্ক, মাপক ফ্লাস্ক** ইত্যাদি। চ্যাপ্টাতল (flat bottomed) ফ্লাস্ক সাধারণতঃ জল রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়, এবং ইহা হইতেই জলের বোতল (wash bottle) তৈয়ারী করা হয়। চ্যাপ্টাতল হইবার দরুণ ইহাকে টেবিলে রাখিবার সুবিধা আছে। গোলতল ফ্লাস্ক সাধারণতঃ উত্তাপের কাজে ব্যবহৃত হয়।

পাতন (Distillaion) ফ্লাস্কের সাহায্যে রসায়নাগারে পাতন ক্রিয়া সম্পাদিত হইয়া থাকে। পাতন ফ্লাস্কে মুখের দিকে সরু একটি কাঁচের নল লাগানো থাকে।

কোণাকার (conical) ফ্লাস্কও বহু কার্যে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। বেশী পরিমাণ দ্রবণের অধঃক্ষেপ (precipitate) ফেলা ও উত্তাপ বিহীন অবস্থায় যে সব গ্যাস তৈয়ারী হইয়া থাকে (যেমন হাইড্রোজেন) তাহার জন্যও কোণাকার ফ্লাস্ক ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইহারা বিভিন্ন পরিমাপের হইয়া থাকে। মাপক ফ্লাস্কে নির্দিষ্ট আয়তন তরল রাখা চলে। ইহার গলদেশে একটি দাগ কাটা থাকে। তরল ঐ অবধি উঠিলে বুঝা যায় যে নির্দিষ্ট আয়তন তরল লওয়া হইয়াছে।

চুঙি (Funnel) **:** বাড়ীতে তেল ঢালার জন্য যে চুঙি ব্যবহার হয়, রসায়নাগারে তাহাই হইল ফানেল। তবে সাধারণতঃ ইহা কাঁচের। রসায়নাগারে ইহা পরিস্রাবণের কাজে ব্যবহৃত হয়। ফানেলের সহিত সেই কারণে ফিল্টার কাগজের অবিচ্ছেদ্য সম্পর্ক।

মুছি (Crucible) **:** স্বর্ণকারের দোকানে সোনা গালাইবার জন্য মুছি ব্যবহৃত হয়। রসায়নাগারের মুছি সেইরূপই ; তবে উহা অধিক উত্তাপ সহনকারী পোরসিলেন দ্বারা তৈয়ারী। রসায়নাগারে অধিক তাপে অল্প পরিমাণ কঠিন জিনিস শুকাইবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। Gravimetric quantitative analysis-এর জন্য ইহা একটি অত্যাবশ্যকীয় যন্ত্র।

বক-যন্ত্র (Retort) : বকের মত লম্বা ইহার গলা, পেটটি মোটা। মোটা পেটের উপরে থাকে কাঁচের ছিপিযুক্ত ছিদ্র, কোন-কিছু ঢালিবার বা প্রবেশ করাইবার জন্য। ইহা শক্ত কাঁচের তৈয়ারী যাহাতে অধিক উত্তাপ সহ্য করিতে পারে। পাতনের জন্য এবং অধিক উত্তাপে কোন রাসায়নিক পদার্থ তৈয়ারী করিবার জন্য (যেমন অক্সিজেন) ইহার ব্যবহার হয়।

উল্‌ফ-বোতল (Woulfe's bottle) : ইহা দুই গলা বিশিষ্ট একটি মোটা কাঁচের বোতল। ইহার আবিষ্কারক উল্‌ফ সাহেবের নামানুসারে ইহার নাম হইয়াছে। ইহা সাধারণ উষ্ণতায় কোন কঠিনের সহিত তরলের বিক্রিয়ায় অল্প পরিমাণ গ্যাস তৈয়ারীর কাজে লাগে।

গ্যাসজার, দ্রোণী (Pneumatic trough) **ও নির্গমনল** (Delivery tube) : রসায়নাগারে প্রায়ই গ্যাস তৈয়ারী করিতে হয়। কোন কোন

গ্যাস জলে অদ্রবনীয় (যেমন হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ইত্যাদি)। এই প্রকার গ্যাস তৈয়ারীর কাজে রসায়নাগারের উপরোক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়। একটি জলপূর্ণ পাত্র থাকে এবং উহার মধ্যে আর একটি জলপূর্ণ গ্যাসজার উপুড় করিয়া রাখা হয়। সেই গ্যাসজারের মধ্যে প্রয়োজনীয় গ্যাসবাহী নল প্রবেশ করাইবার ব্যবস্থা থাকে। গ্যাস আসিয়া জারের জলকে সরাইয়া দিয়া সেই স্থান দখল করে। এইভাবে যে জারে গ্যাস সংগৃহীত হয় তাহাকে গ্যাসজার বলা হয়। ইহা এক মুখ খোলা লম্বা গোলাকার (cylindrical) কাঁচের পাত্র। খসখসে কাঁচের ঢাকনি দ্বারা ইহার মুখ বন্ধ করা হইয়া থাকে। জলপূর্ণ পাত্রটিকে বলা হয় দ্রোণী (Pneumatic trough) এবং গ্যাসবাহী কাঁচের নলকে বলা হয় নির্গম নল (Delivery tube)। গ্যাস যদি জলে দ্রবনীয় হয়, তাহা হইলে শ্রেণীতে জলের পরিবর্তে অন্য তরল ব্যবহার করিয়া বা দ্রোণী একেবারে বর্জন করিয়া বায়ুর অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।

তরলের আয়তন নির্ণয়ক যন্ত্রপাতি :—এই কাযে সাধারণতঃ কয়েকটি যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে যথা—মাপক সিলিণ্ডার, ব্যুরেট ও পিপেট।

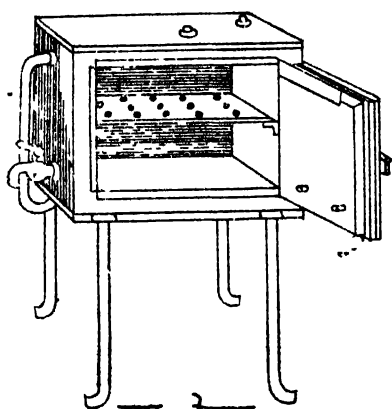
মাপক সিলিণ্ডার (Measuring cylinder) : ইহা একটি লম্বাকৃতি কাঁচের চোঙ। ইহার গাত্রে পরিমাপ-জ্ঞাপক দাগ কাটা (graduation) থাকে। ইহাতে তরল ঢালিলেই তলের উপরস্থ সমতল যে দাগ স্পর্শ করে, উহাই তরলের পরিমাপ। সাধারণতঃ ঘন সেন্টিমিটার (c. c.) হিসাবেই উহাতে দাগ কাটা থাকে। এক একবারে বেশী পরিমাণ তরল মাপার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

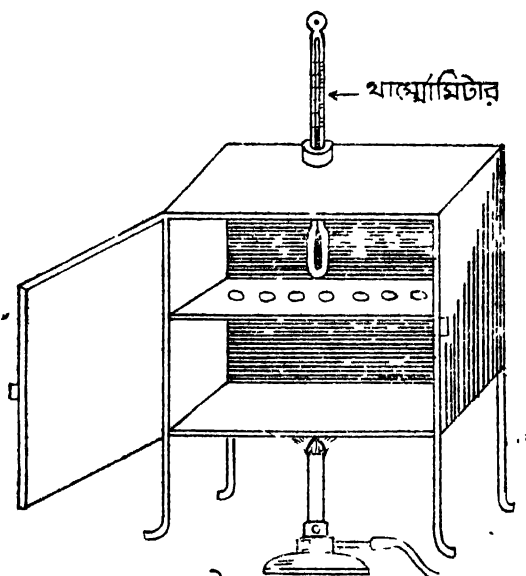
ব্যুরেট (Burette) : রসায়নাগারে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া যখন তরল ব্যবহার করা হয়, তখনই ব্যুরেটের প্রয়োজন হয়। ইহা একটি লম্বা কাঁচের নল, তলার মুখ সুঁচল। সুঁচল মুখের ঠিক উপরে থাকে কাঁচের ছিপি (glass stopper)। কাঁচের ছিপির ভিতরে ছিদ্র আছে। বাহিরের হাতলের সাহায্যে এই ছিদ্রপথ যখন নলের দৈর্ঘ্যের সঙ্গে সমান্তরাল হয়, তখন জোরে সূচল মুখ দিয়া ভিতরের তরল পড়িতে থাকে। আবার যখন ছিদ্রপথ নলের সহিত সমকোণ অবস্থায় থাকে, তখন তরল পড়া বন্ধ হইয়া যায়। বাহিরের হাতলের সাহায্যে এইভাবে ইচ্ছামত তরল নির্গমন কম ও বেশী করা যায়। ইহার সাহায্যে ফোঁটা ফোঁটা করিয়াও তরল ফেলা যায়। মাঝে মাঝে ঐ

কাঁচের ছিপিতে ভেসলিন দিতে হয়। ব্যুরেটের গায়ে ঘন সেন্টিমিটার পরিমাপ-জ্ঞাপক দাগ কাটা থাকে। সাধারণতঃ 50 c.c. আয়তনের ব্যুরেট হইয়া থাকে। সূঁচল মুখ দিয়া তরল বাহির হইয়া গেলে স্বভাবতঃই তরলের উচ্চতা কমিয়া যায়। কতখানি উচ্চতা কমিল উহা দেখিয়া নির্গত তরলের পরিমাপ নির্দেশ করা যায়। (এই ব্যুরেটকে পরীক্ষাকালে ধারক বা ক্ল্যাম্পের সাহায্যে সোজা ভাবে দাঁড করান হয়)।

পিপেট (Pipette): সিলিণ্ডার বা ব্যুরেটের মত ইহাতে দাগ কাটা থাকে না। ইহাতে মাত্র একটি দাগ থাকে এবং পিপেটের সূঁচল মুখ হইতে আরম্ভ করিয়া তরল সেই দাগ স্পর্শ করিলে বোঝা যায় যে, নির্দিষ্ট আয়তনের তরল পিপেটের মধ্যে আছে। ইহা কাঁচের এক প্রকার যন্ত্র, মাঝের অংশ ফাঁপা এবং দুই পার্শ্বে সরু নল চলিয়া গিয়াছে—ইহার একটি সূঁচল মুখ বিশিষ্ট। অপর নলের গায়ে একটি পরিমাপ-জ্ঞাপক দাগ কাটা থাকে। ইহার উভয় মুখই খোলা। নির্দিষ্ট আয়তনের তরল লইতে হইলে ইহার সূঁচল মুখটিকে তরলপূর্ণ পাত্রে ডুবাইতে হইবে এবং মুখ দিয়া তরলকে টানিতে হইবে। উপরোক্ত দাগ হইতে কিছু বেশী পরিমাণ তরল লওয়াই বাঞ্ছনীয়। অপেক্ষাকৃত মোটা নলটি আঙ্গুলের সাহায্যে টিপিয়া ধরিলেই তরল বাহির হইতে পারে না। তরলটিকে নির্দিষ্ট আয়তনানুযায়ী পাইতে হইলে আঙ্গুলটি একটু আলগা করিলেই আস্তে আস্তে তরল সূঁচল মুখ দিয়া বাহির হইয়া যাইবে। যতক্ষণ তরল নির্দিষ্ট দাগে আসিয়া না পৌছায়, ততক্ষণ আঙ্গুল আলগা রাখিতে হইবে। নির্দিষ্ট দাগে উহা পৌছাইলেই আঙ্গুল জোরে টিপিয়া ধরিতে হইবে, যাহাতে বাতাস না প্রবেশ করিতে পারে। এইভাবে পিপেটের সাহায্যে নির্দিষ্টায়তন তরল মাপা যায়। পিপেট বিভিন্ন মাপের হইয়া থাকে, যথা: 5 c. c., 10 c. c., 25 c. c., ইত্যাদি। মুখ দিয়া টানিবার সময়ে সাবধান হইতে হইবে, যাহাতে মুখের ভিতরে তরল চলিয়া না যায়।

বাষ্প উনান (Steam Oven): বাষ্প দ্বারা এই উনানে তাপ সৃষ্টি করা হয়। ইহা একটি ধাতু নির্মিত চতুষ্কোণ আধার। ইহার মাঝখানে ছিদ্রযুক্ত ধাতব পর্দা দিয়া ইহাকে দুই তলা করা হইয়াছে। ইহার একটি দরজা থাকে এবং উপরে বাষ্প নির্গমনের জন্য চিমনী থাকে। মাঝখানে ধাতব পর্দার উপরে পদার্থকে রাখা হয়। উনানে দেওয়াল ও ছাদ দুই প্রস্থ; মধ্যস্থল ফাঁকা; এই ফাঁকে কিছু পরিমাণ জল থাকে। উনানের দরজা বন্ধ করিয়া দিয়া নীচ

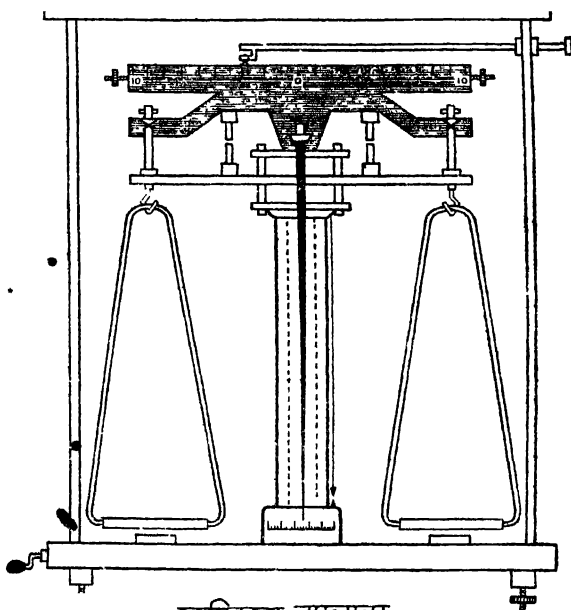
হইতে বার্ণারের সাহায্যে উহাকে উত্তপ্ত করা হয়। ভিতরের বাষ্পের তাপ মাত্রা 100°C অবধি উঠে। অভ্যন্তরস্থিত পদার্থ ঐ উত্তাপে বিশুষ্ক হয়। জলীয় বাষ্প দেওয়াল ও ছাদের ফাঁক দিয়া ছাদের উপরকার চিমনী দ্বারা নির্গত হয়। এইরূপে বাষ্প-উনানের সাহায্যে পদার্থ বিশুষ্ক করা হইয়া থাকে।

বাষ্প-উনান

বায়ু উনান (Air Oven) : —বায়ু উত্তপ্ত করিয়া এই উনানে তাপ সৃষ্টি করা হইয়া থাকে। বায়ুকে 100°Cএর অধিক উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। সুতরাং এই উনানে অধিক উষ্ণতায় পদার্থ বিশোষিত হইতে পারে। ইহার গঠন অনেকটা বাষ্প-উনানেরই মত, তবে ছাদ ও দেওয়াল দুই প্রস্থ নহে, এক

বায়ু উনান

প্রস্থ। ইহারও একটি দরজা আছে, মাঝে আছে ছিদ্রযুক্ত পাতলা ধাতব পর্দা। উনানের উষ্ণতা নির্ণয়ের জন্য ছাদের একটি ছিদ্রে থার্মোমিটার লাগান থাকে।

উনানের ভিতরে বিশোষণের জন্য পদার্থ রাখিয়া দরজা বন্ধ করিয়া তলদেশ হইতে বার্নারের সাহায্যে উত্তাপ দেওয়া হয়। অভ্যন্তরস্থিত পদার্থ ভিতরে বায়ুর তাপে বিশোষিত হইয়া যায়।

গ্যাস-বিশোষণ :—আর্দ্র গ্যাস ইউ টিউবের (U-tube) অভ্যন্তরস্থিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিলে, গ্যাস বিশোষিত হয়। গ্যাস টাওয়ারে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, ফসফোরাস পেণ্ট-অক্সাইড প্রভৃতি বিশোষক পদার্থ রাখিয়া উহার মধ্য দিয়া গ্যাস প্রবাহিত করিলেও গ্যাস বিশোষিত হইয় থাকো।

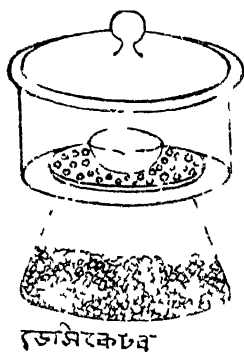
রাসায়নিক তুলাদণ্ড (Chemical balance) :—রসায়নাগারে এই যন্ত্রটির বিশেষ প্রয়োজন। বিভিন্ন কঠিন পদার্থ নির্ভুলভাবে মাপিবার জন্যই ইহার প্রয়োজন। নির্ভুল ওজন যাহাতে হয় সেজন্য ইহার বিশেষ ব্যবস্থা

কেমিক্যাল ব্যালান্স্

আছে। ইহা একটি কাঁচের বাক্সের মধ্যে অবস্থিত থাকে, যাহাতে বাতাস ইহার ওজনকে বিব্রত না করিতে পারে। ইহার পাল্লাদ্বয় সাধারণ অবস্থায় নীচে বসান থাকে। ওজনকালে তুলাদণ্ডের পাদপীঠসংলগ্ন চাবির সাহায্যে ইহাদের উপরে উঠান হয়। ইহার বাটখারা হইল **গ্রাম, ডেসিগ্রাম,**

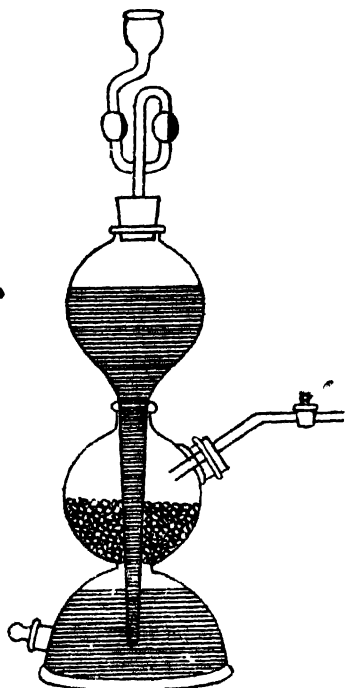
মিলিগ্রাম ইত্যাদি। এই সব বাটখারা সংরক্ষিত থাকে একটি বিশেষ ধরণের বাক্সে। ইহাকে বলে **ওয়েট-বক্স** (weight box)। রাসায়নিক তুলাদণ্ডে এক গ্রামের চতুর্থ দশমিক স্থান অবধি নির্ভুলভাবে ওজন করা যায়। তৃতীয় ও চতুর্থ-দশমিক স্থান অবধি অবশ্য তুলাদণ্ডস্থিত **রাইডারের** (rider) সাহায্যে ও ওজন করা হইয়া থাকে।

আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণে (volumetric analysis, quantitative)-এ কোন কঠিন পদার্থের সঠিক ওজনের জন্য **ছোট বোতল** (weighing bottle) ব্যবহার করা হইয়া থাকে। প্রমান দ্রবণ (Standard solution) তৈয়ারী করিতে ওয়েইং বট্‌ল্ দরকার।

বিশোষণ ঃ—রাসায়নিক পরীক্ষার জন্য কোন কোন কঠিন পদার্থ বিশুষ্ক করার প্রয়োজন হয়। সাধারণ তাপমাত্রায় শোষকাধার কর্তৃক এবং 100°C তাপমাত্রায় বাষ্প-উনান ও উচ্চতর তাপমাত্রায় বায়ু উনান কর্তৃক পদার্থ বিশোষিত হইয়া থাকে।

শোষকাধার বা ডেসিকেটর (Desiccator) ঃ—ইহা মোটা কাঁচের তৈয়ারী বন্ধনগৃহের গামলাকৃতি একটি যন্ত্র। ইহার ঢাকনিও মোটা কাঁচের তৈয়ারী। ভেসলিনের সাহায্যে এই ঢাকনি যন্ত্রটির উপর লাগান থাকে। ইহার তলদেশ উপরিভাগ অপেক্ষা কম বিস্তৃত। ডেসিকেটরের মাঝখানে একটি ছিদ্রযুক্ত তাক থাকে, উহার নীচে থাকে বিশোষক দ্রব্য (যথা—অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, ঘন সালফিউরিক এসিড বা ফসফোরাস পেণ্ট-অক্সাইড ইত্যাদি)। কোন পদার্থ হইতে জলীয় অংশ শোষণ করিতে হইলে ডেসিকেটরের প্রয়োজন। ছিদ্রযুক্ত তাকের উপর পাত্রসমেত সেই পদার্থ বসাইয়া দিলে এবং ডেসিকেটরের ঢাকনি আঁটিয়া দিলে কিছু পরেই উহা শুষ্ক হইয়া যায়।

ডেসিকেটর

স্ট্যাণ্ড ও ধারক (Stand and Clamp) ঃ—ইহা লৌহ বা কাষ্ঠ নির্মিত। ইহাতে বিভিন্ন প্রকার আংটা থাকে। ব্যুরেট সোজা ভাবে দাঁড় করাইবার জন্য, বা কোন জিনিষকে বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করিবার জন্য অথবা কোন পাত্রকে শূন্যে ধরিয়া রাখিবার জন্য ইহা ব্যবহার করা হয়।

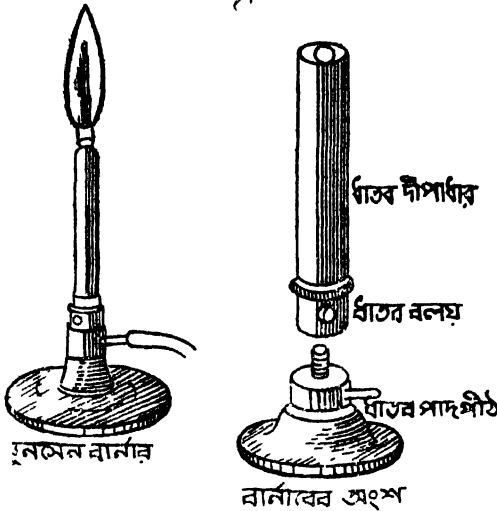
অন্যান্য সাজ-সরঞ্জামঃ—পূর্বোক্ত যন্ত্রপাতি ব্যতীত (বুনসেন বার্নার ও জলের বোতলের আলোচনা ইহার পরেই আছে) রসায়নাগারে আরও বহু প্রকার যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয়। ইচ্ছামত সদ্য তৈয়ারী (readymade) কয়েকটি গ্যাস পাইবার জন্য কিপস্ আপ্যারাটাস্ (Kipp's apparatus), ধাতব পদার্থের অগ্নিশিখা পরীক্ষা (flame test) করিবার জন্য ক্ষুদ্রাকৃতি অগ্নাধার, ওয়াচ গ্লাস (watch glass) ও প্লাটিনাম তার এবং ক্লক গ্লাস (clock glass) দরকার হয়। ইহা ছাড়া সাঁড়াশীসদৃশ টঙ্গস্ (tongs), উত্তাপের জন্য তারের জাল, অ্যাসবেস্টসের টুকরা, ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড (tripod stand) এবং বহুবিধ রাসায়নিক বিকারক (reagents) প্রয়োজন হইতে পারে।

ক্রিপস্ যন্ত্র

বুনসেন বার্নারঃ—ইহা রসায়নাগারের অতি প্রয়োজনীয় যন্ত্র। এই অতি প্রয়োজনীয় বার্নার আবিষ্কার করেন ১৮৫৫ খৃষ্টাব্দে প্রসিদ্ধ জার্মান বৈজ্ঞানিক বুনসেন। তাঁহার নামানুসারেই ইহার নামকরণ হইয়াছে। ইহা রসায়নাগারের উনান। উনান জ্বালাইতে ও নড়াইতে-চড়াইতে রাঁধুনীর বহু হাঙ্গামা পোহাইতে হয়। ইহাতে সে সবের কিছু বালাই নাই। গ্যাসীয় জ্বালানী ইহার জ্বালানী। দিয়াশালাইয়ের জলন্ত কাঠির ছোঁয়াচ পাইলেই এই বার্নার জ্বলিয়া ওঠে; ইহাকে অতি সহজে স্থানান্তরিত করা যায়।

ইহার তিনটি অংশ:—(ক) **ধাতব পাদপীঠ** (**metallic base**), (খ) **চিমনীসদৃশ ধাতব দীপাধার** (**metallic chimney**) এবং (গ) **ধাতব বলয়** (**metallic ring**)।

পাদপীঠের গায়ে একটি ধাতব নল সংযুক্ত থাকে। এই ধাতব নলের সহিত আমরা রবারের নল লাগাইয়া লই; ইহার অপর প্রান্ত গ্যাস পাইপের

মুখে সংযুক্ত থাকে। গ্যাস পাইপ খুলিয়া দিলে গ্যাস রবারের নল দিয়া, ধাতব নল হইয়া পাদপীঠের উপর অবস্থিত সুঁচল মুখ দিয়া বাহির হইতে থাকে। সুঁচল মুখটি প্যাঁচকাটা; আবার দীপাধারের তলদেশের ভিতর দিকও অনুরূপ প্যাঁচকাটা। দীপাধারটি প্যাঁচ দিয়া পাদপীঠের সহিত আটকান হইলে, গ্যাস সেই চিমনী সদৃশ দীপাধার দিয়া উপরে উঠিয়া দীপাধারের মুখ দিয়া বাহির হইতে থাকিবে। এমতাবস্থায় দীপাধারের উপরে জ্বলন্ত কাঠি ধরিলে গ্যাস জ্বলিয়া উঠিবে।

ধাতব বলয়েরও একটি উদ্দেশ্য আছে। দীপাধারের নিম্নদেশে থাকে একটি বা দুইটি ছিদ্র বা জানালা। ধাতব বলয়েও অনুরূপ জানালা

থাকে। ধাতব বলয়টি দীপাধারের উপরে ঘুরানো যায়, যাহাতে প্রয়োজন হইলে জানালা বন্ধ, উন্মুক্ত বা অর্ধোন্মুক্ত করা যায়। জানালা খোলা থাকিলে ঐ ছিদ্রপথে বাতাস প্রবেশ করিবে এবং বাতাসের অক্সিজেনের সাহায্যে গ্যাসের অধিক দহন হইবে। বার্নারের শিখা তখন হইবে অধিকতর তাপযুক্ত, দীপ্তিহীন, নীলাভ এবং অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র। এই শিখার উপর চীনামাটির পাত্র ধরিলে ভূষা পড়িবে না। কেননা তখন গ্যাসের সম্পূর্ণ দহন হইতেছে। দীপ্তিহীন শিখার আবার তিনটি অংশ।

(i) বেশী নীলাভ অংশে বিজারণ (reduction) ক্রিয়া সম্পাদিত হয়।

কাঠকয়লা বিজারণ পরীক্ষা (Charcoal reduction test) এই অংশ হইতে পারে। ইহার উষ্ণতা প্রায় 550°C।

(ii) কম নীলাভ অংশের উষ্ণতা অনেক বেশী; সাধারণতঃ প্রায় 1550°C। এইস্থানে সকল পদার্থ জারিত (oxidised) হয়।

(iii) তৃতীয় অংশ দৃশ্যমান নহে। প্লাটিনাম তার ধরিলে ইহার অস্তিত্ব টের পাওয়া যায়। এই অংশ সর্বাপেক্ষা বেশী উত্তপ্ত; উষ্ণতা 1550°C বা তাহারও অধিক।

ধাতব বলয় ঘুরাইয়া জানালা বন্ধ করিয়া দিলে বার্নারে বাতাস যাওয়া বন্ধ হইয়া যায়। তখন আর গ্যাসের সম্পূর্ণ দহন হয় না।

এই অবস্থায় বার্নারের শিখা বেশ বড় এবং প্রদীপ্ত দেখায়। চীনামাটির পাত্র এই শিখায় ধরিলে পাত্রে ভুষা লাগিয়া যায়। গ্যাসের সম্পূর্ণ দহন হয় না বলিয়া এই শিখায় উত্তাপও বেশী পাওয়া যায় না। ইহার চারিটি অংশ (ক) সর্বনিম্নে নীল পেয়ালা সদৃশ অংশ। এখানে দহন হয় কিন্তু কার্বন কণিকা পৃথক হয় না। (খ) মধ্যবর্তী কৃষ্ণবর্ণ অংশ, যেখানে গ্যাসের দহন মোটেই হয় না; এই স্থানের তাপমাত্রা 300°C অবধি উঠে। (গ) ইহার উপরে থাকে বৃহৎ প্রদীপ্ত অংশ। এইখানেও গ্যাসের সম্পূর্ণ দহন হয় না, ও কাবন কণিকা পৃথক হইয়া আসে এবং (ঘ) সর্বশেষে সামান্য পরিদৃশ্যমান অল্প-প্রদীপ্ত অংশ—যেখানে গ্যাসের প্রায় সম্পূর্ণ দহন হয়। ঘরের বাতাসের অক্সিজেনের সংস্পর্শে ইহার প্রায় সম্পূর্ণ দহন হয়।

প্রদীপ্ত শিখার দীপ্তির কারণ হইল উত্তপ্ত সূক্ষ্ম কার্বন-কণিকা, যাহার সম্পূর্ণ দহন হয় না। উত্তপ্ত কার্বন-কণিকার দীপ্তি বার্নারের শিখায় দীপ্তি আনিয়া দেয়।

বুনসেন বার্নার ছাড়াও রসায়াগারে বিভিন্ন প্রকার গ্যাস বার্নার ব্যবহার করা হয়। যথা—টেক্লু বার্নার, ফিস্-টেল্ বার্নার, ইউনিভার্সাল ব্লো-পাইপ বার্নার ইত্যাদি। যেসব জায়গায় গ্যাস সরবরাহ নাই সেইস্থানে **স্পিরিট-ল্যাম্প** ব্যবহৃত হয়। কিন্তু বর্তমানকালে রসায়নাগারের বার্নার বলিতে আমরা বুনসেন বার্নারকেই বুঝি; ইহার চলনই অধিক।

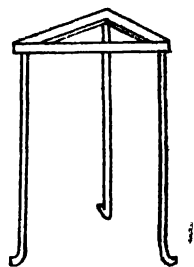
ফিস্-টেল্ বার্নার :—ইহার দীপাধার অপেক্ষাকৃত লম্বা এবং জানালা-বিহীন। ইহার মুখে মৎস-পুচ্ছ সদৃশ ধাতব মুখ লাগান থাকে। ইহার শিখা প্রদীপ্ত। কাঁচের নল বাঁকাইবার পক্ষে ইহা অধিকতর উপযোগী।

ইউনিভার্সাল ব্লো-পাইপ বার্নার :—রসায়নাগারে অধিক মাত্রায় উত্তাপ পাইতে হইলে ইহার প্রয়োজন হয়। ইহার শিখার ইচ্ছামত দিক্‌নির্দেশ করা যায় এবং পাম্প বা পদ দ্বারা চালিত করা যায়—এইরূপ একটি হাঁপরের সাহায্যে বাতাস বার্নারে প্রবেশ করানো হইয়া থাকে। অধিক পরিমাণে বাতাস ইহাতে প্রবেশ করার ফলে ইহার শিখা গর্জন সহকারে জ্বলিতে থাকে। জারণ-ক্রিয়া ঝালাইকার্যে বা কঠিন পদার্থ অধিক উষ্ণতায় গালাইবার জন্য ইহা ব্যবহার করা হইয়া থাকে।

স্পিরিট ল্যাম্প :—গ্যাস-সরববাহ ব্যবস্থা যেখানে নাই সেখানে ইহার প্রচলন আছে। ইহা গৃহে ব্যবহৃত সাধারণ কুপির মত। স্পিরিট ল্যাম্প, ধাতু বা কাঁচ নির্মিত এবং ইহার জালানী হইল স্পিরিট।

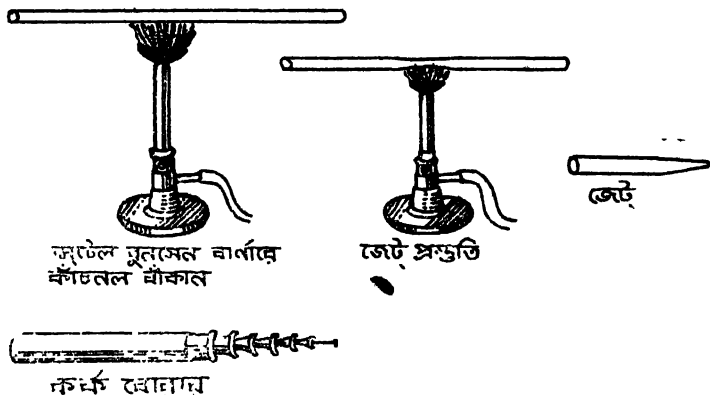
স্পিরিট ল্যাম্প

ত্রিপদ ষ্ট্যাণ্ড, তারের জাল ও অ্যাসবেস্‌টস্‌ টুকরা :—রসায়নাগারে কোন জিনিষকে উত্তপ্ত কবিতে হইলে তিনপায়া বিশিষ্ট ত্রিপদ ষ্ট্যাণ্ডের উপর তাবের লাজ রাখিয়া সেই জালের উপব উহাকে বসাইয়া তলা হইতে বুনসেন বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত কবিতে হয়। তাবের জালের বৈশিষ্ট্য হইল এই যে, ইহা বানারের শিখাকে চাবিদিকে সমানভাবে ছড়াইয়া দেয়, উপরে উঠিতে দেয় না।

নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিতে হইলে বা পাত্রে ভূষা যাহাতে না লাগে তাহার ব্যবস্থা করিতে হইলে, তারের জালের উপর অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌ লেপিয়া দিতে হয়, অথবা ত্রিপদ ষ্ট্যাণ্ডের উপর অ্যাস্‌বেস্‌টসের টুকবা রাখিয়া জিনিষটি উত্তপ্ত করিতে হয়। এই জাল তামার হইলেই ভাল হয়।

ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড

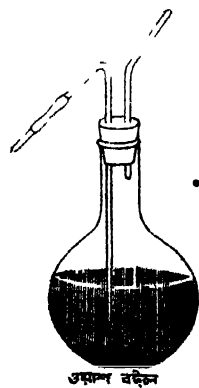
জলের বোতল (Wash Bottle)

রসায়নাগারে নিত্য-ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির মধ্যে ইহা অন্যতম। ইহা সাধারণতঃ রসায়নাগারে প্রস্তুত করিয়া লওয়া হয়। ইহা তৈয়ারীব জন্য 500 c.c. মাপের একটি চ্যাপ্টা তল ফ্লাস্ক লওয়া হয়। ইহার মুখে থাকে একটি কর্ক (সোলার ছিপি)। ইহাতে দুইটি ছিদ্র করিতে হয় যাহাতে

উহাতে দুইটি কাঁচ-নল প্রবেশ করান যাইতে পারে। দুইটি সরু কাঁচের নল লওয়া হয়; ইহার একটি বড় এবং অপরটি ছোট। ফিস্‌-টেল-বার্নারে

নল দুইটিকে প্রয়োজন মত বাঁকাইতে হয়। ছোট নলটির (6") মাঝখানটি প্রায় 135° কোণে বাঁকাইতে হয় এবং বৃহত্তর নলটির (") দৈর্ঘ্যের এক-তৃতীয়াংশ বাদ দিয়া সেই স্থানে প্রায় 45 কোণে বাঁকাইতে হয়।

নলদ্বয় এইরূপ কোণে বাঁকাইতে হইবে, যাহাতে কোণদ্বয়ের সমষ্টি 180° বা দুই সমকোণ হয়। (45°+135°=180)

ফ্লাস্কের মুখের ছিপি আঁটিয়া উহার ছিদ্রপথে এইবার দুইটি নলকে প্রবেশ করাইতে হয়। ক্ষুদ্রতর নলটি যেন ছিপি ভেদ করিয়া বেশীদূর অগ্রসর না হয়। বৃহত্তর নলটি ছিপি ভেদ করিয়া ফ্লাস্কের প্রায় তলদেশ অবধি যাইবে। এইবার আর একটি সরু কাঁচ-নলের (5") মধ্যবর্তী অংশ বার্নারের উত্তাপে ধরিতে হইবে। উত্তপ্ত স্থান কোমল হইলে উহাকে দুই প্রান্ত হইতে টানিয়া সরু করিতে হইবে। এইবার কাঁচির সাহায্যে মধ্যবর্তী অংশ কাটিয়া লইলে সুঁচল-মুখ-বিশিষ্ট দুইটি কাঁচ-নল (jet) তৈয়ারী হইবে। রবার-নলের সাহায্যে একটি বৃহত্তর নলের সহিত লাগাইয়া দিলেই প্রয়োজনীয় জলের বোতল (wash bottle) তৈয়ারী হইবে। ফ্লাস্কের

মুখ খুলিয়া এইবার উহার $\frac{3}{4}$ অংশ জলপূর্ণ করিতে হইবে। ক্ষুদ্রতর নলে মুখ

লাগাইয়া ফুঁ দিলেই অপর নলের সুঁচল-মুখ দিয়া সূক্ষ্ম ধারায় জল পড়িতে থাকিবে। বেশী জলের প্রয়োজন হইলে ফ্লাস্ক উপুড় করিলেই ক্ষুদ্রতর নলের মুখ দিয়া জল পড়িতে থাকেবে।

মুখ নিঃসৃত বাতাসের চাপে সুঁচল-মুখ দিয়া জল পড়ে। বৃহত্তর নলটি যদি জলের উপবিভাগে থাকিত, তবে মুখ নিঃসৃত বাতাসের চাপের সাধ্য ছিল না সুঁচল-মুখ দিয়া জল বাহির করে। এই কারণেই বৃহত্তব নলটি ফ্লাস্কের প্রায় তলদেশ অবধি লইয়া যাওয়া হয়।

Questions to be discussed

1. How is a simple chemical laboratory arranged ?

2. Name some of the apparatuses used in a simple chemical laboratory and state their functions. Draw neat sketch of each

3 How is a wash bottle prepared ? What is the use of corking it and fitting it with two tubes ? Why is one of them longer and the other shorter ? What would be the harm, if the tube bent at obtuse angle be kept immersed in the water of the bottle ? How is the bottle worked with ?

4. What is a Bunson burner ? Who was its discoveror ? Name its parts and state their functions Draw a neat sketch of a Bunsen Burner. What type of fuel is used in such burner ? Explain its superiority to a common oven, used for house-hold purpose. Compare it with a kerosine stove

5. What is a chemical balance ? How does it differ from a common balance ? How far a chemical balance is accurate ?

6 (a) What is a 'rider' ? State its function ?

(b) What should be the 'weights' placed on the pan and the position of the rider, if we are to weigh :—

2·2052 gms., 8·52 gms., 6 1214 gms and 1 4168 gms ?

7 Name the apparatuses by which we can measure of volumes of liquids. Draw their neat sketches. How are they used ?

8. What should be the apparatus required for the measurement of the following volumes of liquid :—

(a) 1000 c,c. at a time, (b) 10 c.c, 20 c.c. or 25 c.c. at a time, (c) 25 c.c. approximately, (d) 12·2 c c. drop by drop

9. Give neat sketches of the parts of a Bunsen Burner What is the function of the hole in the metallic ring ? What is a luminous flame ? Why is it luminous ? Why is it called a reducing flame ? Compare luminous flame with non-luminous one

10. Name the apparatus used for drying in the following cases ;—

(a) at a high temperature (b) at a temperature less than 100°C (c) at 100°C and (d) at ordinary temperature.

11. Name different types of flasks and draw their sketches. Discuss their uses in laboratory.

11. Name the apparatuses made of porcelain or china-clay. Discuss their uses and draw their skecthes.

৩

পদার্থের অবস্থা এবং ধর্ম

আমাদের পারিপার্শ্বিকে কত বিভিন্ন বস্তুরাশি আমরা দেখিতে পাই। আবার এমন বস্তুও আছে যাহা চোখে দেখা যায় না (যেমন বাতাস); কিন্তু যাহার উপস্থিতি আমরা কখনও স্পর্শ, কখনও বা গন্ধ ইত্যাদি দ্বারা বুঝিতে পারি। আমাদের যে পাঁচটি ইন্দ্রিয় আছে--পৃথিবীর যাবতীয় বিষয়সমূহ এই পাঁচটি 'দরজা' দিয়াই আমাদের নিকট উপস্থিত হয়। কখনও কখনও একই সঙ্গে দুই বা ততোধিক 'দরজা' দিয়াও কোন কোন বিষয় আমাদের সম্মুখে আসিতে পারে। মোট কথা চক্ষু, কর্ণ, নাসিকা, ত্বক ও জিহ্বা এই পাঁচটি দরজা খোলা আছে—পৃথিবীর যাবতীয় বিষয়সমূহ এই পাঁচটির কোন একটি, অথবা একটির অধিক 'দরজা' দিয়া আমাদের নিকট আসিবে। যাহা চক্ষুরূপ ইন্দ্রিয়দ্বারা আমাদের নিকট আসিল, আমরা তাহা "দেখিলাম"—যাহা 'কর্ণ', এই ইন্দ্রিয় পথে আসিল আমরা তাহা "শুনিলাম"—যাহা নাসিকার সাহায্যে পৌছিল, আমরা তাহার "গন্ধ পাইলাম"--ত্বকের সাহায্যে "স্পর্শ" পাওয়া গেল; আর জিহ্বা বস্তুটির "স্বাদ" গ্রহণ করিতে সাহায্য করিল।

পৃথিবীর বিষয়সমূহ যাহা এই ইন্দ্রিয় পথে আমাদের কাছে হাজির হয়—তাহাদের নিজ নিজ গুণ ও ধর্ম অনুযায়ী তাহারা আমাদের মনের পর্দায় মোটামুটি দুই প্রকারের ছাপ ফেলিতে পারে। সেই কারণে আমরাও তাহাদের দুইটি নামে অভিহিত করিয়াছি—**পদার্থ** ও **শক্তি**। **ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য যে সব বিষয়সমূহ খানিকটা যায়গা জুড়িয়া আছে, যাহাদের কিছু না কিছু ওজন আছে এবং বাহির হইতে বলপ্রয়োগ ব্যতীত যাহাদের স্থাণুত্বের বা নিশ্চলতার কোন পরিবর্তন হয় না,** তাহাদিগকেই আমরা **পদার্থ বলিব**। "শক্তি"র কিন্তু উপরে-বর্ণিত ঐ তিনটি গুণের একটি-ও নাই। **শক্তি কোন স্থান অধিকার করে না—তাহার কোন ওজন নাই এবং শক্তি মাত্রেই কাজ করিবার ক্ষমতা রাখে কিন্তু কোন বস্তু বা আধার না পাইলে শক্তি ব্যক্ত হইতে পারে না।** যেমন—আলোক, উত্তাপ, বৈদ্যুতিক শক্তি ইত্যাদি।

এই পৃথিবীতে আমরা বহু পদার্থের সাক্ষাৎ পাই; যথা—ইট, কাঠ, পাথর, লোহা, জল, তৈল, পেট্রোল, গ্লিসারিন, বাতাস, হাইড্রোজেন,

অক্সিজেন, কার্বনডাইঅক্সাইড ইত্যাদি। প্রত্যেক পদার্থ তাহার নিজের বৈশিষ্ট্যে সমুজ্জল, কিন্তু তৎসত্ত্বে-ও একটু লক্ষ্য করিলে আমরা এত বিভিন্নতার মধ্যে ও কিছু কিছু মিল খুঁজিয়া পাই। প্রত্যেকটি পদার্থ তাহার নিজস্ব আকৃতি বা আকার, আয়তন এবং অন্যান্য বহুবিধ ধর্ম লইয়া আমাদের সম্মুখে উপস্থিত হয়। আমরা কখন ও এই আকৃতিগত বৈশিষ্ট্য, কখনও বা অন্য কোন বিশেষ গুণ দেখিয়া পদার্থটিকে সেই পদার্থ বলিয়া চিনিতে পারি। আকৃতি এবং আয়তনগত বিভিন্নতা অনুযায়ী আমরা পৃথিবীর যাবতীয় পদার্থকে তিন ভাগে ভাগ করিতে পারি, যথা—**কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়।**

কঠিন পদার্থ:—যে পদার্থের একটি সুনির্দিষ্ট আকার এবং আয়তন আছে, তাহাই কঠিন পদার্থ। যেমন—এক টুকরা কাঠ কিংবা একখানি ইট—ইহাদের আকার এবং আয়তন নির্দিষ্ট। স্বাভাবিক অবস্থায় বাহির হইতে শক্তি প্রয়োগ না করিলে এই আকার বা আয়তনের কোন পরিবর্তন ঘটে না। অর্থাৎ কঠিন পদার্থের খানিকটা দৃঢ়তাও আছে।

[কঠিন পদার্থের অণুগুলি দৃঢ় সংবদ্ধ; কারণ ইহাতে অণুগুলির মধ্যে দূরত্ব বা আন্তরাণবিক ফাঁক (intermolecular space) কম। নিউটনের সূত্রানুযায়ী ইহাদের মধ্যে আকার্ষণও বেশী হইবে। সেই কারণে ইহাদের নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে।]

তরল পদার্থ:—যে পদার্থের কোন নির্দিষ্ট আকার নাই কিন্তু নির্দিষ্ট আয়তন আছে, তাহাই তরল পদার্থ। যেমন—জল, তৈল, গ্লিসারিন ইত্যাদি। ইহাদের যখন যে পাত্রে রাখা যায়, তখন সেই পাত্রের আকার বা রূপ গ্রহণ করে। যদি এক গ্লাস জল একটি বাটিতে কিংবা থালায় ঢালা যায়, উহা বাটি কিংবা থালার আকার ধারণ করিবে কিন্তু উহার আয়তনের কোন পরিবর্তন ঘটিবে না।

[তরল পদার্থের আন্তরাণবিক ফাঁক (intermolecular space) কঠিন অপেক্ষা বেশী। সেই কারণে অণুগুলির মধ্যে আকর্ষণ অপেক্ষাকৃত কম। সেইজন্য ইহাদের নির্দিষ্ট আয়তন আছে; কিন্তু আকার নাই।]

গ্যাসীয় পদার্থ:—যে পদার্থের কোন নির্দিষ্ট আকার কিংবা আয়তন নাই, তাহাই গ্যাসীয় পদার্থ। উহারা যত কম-ই হউক না কেন, যে পাত্রে রাখা যায় সেই পাত্রের আকার এবং আয়তন লাভ করে। যদি এক টেস্টটিউব গ্যাস একটি বড় ফ্লাস্কে নেওয়া হয়, তবে উহা ঐ ফ্লাস্কটিকে

সম্পূর্ণভাবে ভরিয়া ফেলিবে এবং উহার আকার ও আয়তন লাভ করিবে। কিন্তু এক টেস্টটিউব জল দিয়া নিশ্চয়-ই একটি বড় ফ্লাস্ক ভরা যায় না।

[গ্যাসের অণুগুলির আন্তরাণবিক ফাঁক (intermolecular space) খুব বেশী। সুতরাং অণুগুলির মধ্যে আকর্ষণ খুবই কম। অতএব গ্যাসের কোন নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নাই, ইহার অণুগুলি দ্রুত সঞ্চরণশীল।]

আমরা যে তিন জাতীয় পদার্থের কথা আলোচনা করিলাম উহাদের মধ্যে কিন্তু একটি পারস্পরিক সম্বন্ধ আছে। দেখা গিয়াছে, সাধারণ অবস্থায় উত্তাপরূপ শক্তির প্রয়োগে কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয়, আবার তরলকে উত্তপ্ত করিলে উহা গ্যাসীয় রূপ পরিগ্রহণ করে। যদি এই তথ্য সত্য হয়, তাহা হইলে আমরা বলিতে পারি যে, **যে তিন জাতীয় পদার্থ আমরা সচরাচর দেখিয়া থাকি, তাহা মূলতঃ একই পদার্থের তিনটি রূপ বা অবস্থা।**

উপরিউক্ত তথ্যের সত্যতা আমরা রসায়নাগারে সহজেই পরীক্ষা করিয়া দেখিতে পারি।

একটি বীকারে এক টুকরা বরফ লওয়া হইল। উহা কঠিন পদার্থ। ঘরের উষ্ণতায় উহা ধীরে ধীরে জল-রূপ তরল পদার্থে পরিণত হইবে। এখন যদি এই জলকে বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করা যায়, উহা গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হইয়া উড়িয়া যাইবে।

যে কোন পদার্থ লইয়া আমরা এইরূপ পরীক্ষা করিতে পারি। **বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন পরিমাণ শক্তির (যথা, তাপশক্তি) প্রয়োজন হইতে পারে। কঠিন পদার্থের উপর উত্তাপরূপ শক্তি প্রয়োগ করিলে উহা তরলে পরিণত হইবে; এবং তরল পদার্থের উপর এই শক্তি প্রয়োগ করিলে উহা গ্যাসে পরিণত হইবে।** কোন কোন ক্ষেত্রে অবশ্য উত্তাপরূপ শক্তির প্রয়োগে কঠিন পদার্থ সরাসরি গ্যাসে পরিণত হয়; যথা—কর্পূর, আইয়োডিন ইত্যাদি। ইহাদিগকে এই নিয়মের ব্যতিক্রম বলিয়া ধরিতে হইবে, কারণ উহাদের কোন তরল রূপ নাই। ঠিক এই প্রকারে গ্যাসীয় পদার্থ হইতে যদি উত্তাপরূপ শক্তি কাড়িয়া নেওয়া যায়, উহা ধীরে ধীরে তরলে পরিণত হইবে। তরলকে আরও ঠাণ্ডা করিলে অর্থাৎ তরল হইতে শক্তি অপহরণ করিলে, উহা কঠিন হইয়া যাইবে।

তাহা হইলে আমরা দেখিতেছি যে পদার্থের কোন স্থায়ী অবস্থা নাই।

পৃথিবীর স্বাভাবিক উষ্ণতা ও চাপে এক এক রকম পদার্থ এক এক রকম অবস্থায় পাওয়া যায় মাত্র।

পদার্থ কোন্ রূপে হাজির হইবে তাহা সম্পূর্ণভাবে নির্ভর করে পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর। যদি আজ পৃথিবী হঠাৎ ঠাণ্ডা হইতে আরম্ভ করে—যদি তাপমাত্রা 0°C-এর নীচে নামিয়া যায়, তাহা হইলে কি দেখিব? তরল জলের সাক্ষাৎ পৃথিবীর কোথাও পাওয়া যাইবে না—যদি তখন-ও আমরা বাঁচিয়া থাকি আমাদের তৃষ্ণা নিবারণের জন্য কঠিন বরফ আমাদের দাঁত দিয়া চিবাইয়া খাইতে হইবে।

আমাদের চতুর্দিক দিয়া এক শক্তির প্লাবন বহিয়া যাইতেছে—পৃথিবীর সমস্ত পদার্থ-ই এই শক্তির সঙ্গে একটি সামঞ্জস্য ও সমতা রক্ষা করিয়া আজিকার এক একটি বিশেষ রূপ লইয়া আমাদের নিকট উপস্থিত হইয়াছে। আমরা তাহাদের নামকরণ করিয়াছি, তাহাদের গায়ে লেবেল আটিয়া দিয়াছি। যদি কোন কারণে পারিপার্শ্বিক শক্তির কোন বিশেষ তারতম্য দেখা যায়, তাহা হইলে সে এক সৃষ্টি ছাড়া কাণ্ড ঘটিবে। আজিকার এই অবস্থায় যাহা তরল, তাহা হয় তো তখন গ্যাসে কিংবা কঠিন পদার্থে রূপান্তরিত হইবে; তখন মানব জীবন আর এক নূতন পারিপার্শ্বিকের সম্মুখীন হইবে এবং সেই অবস্থায় এখনকার এই মানুষের পক্ষে বাঁচিয়া থাকা সম্ভব হইবে কিনা, তাহা ভগবানই জানেন।

[প্রথমেই বলা হইয়াছে কঠিন পদার্থের অণু (molecule) গুলি দৃঢ়সংবদ্ধ, ইহাদের আন্তরাণবিক দূরত্ব কম। উত্তাপের ফলে ইহারা প্রসারিত হয়, আন্তরাণবিক দূরত্ব বাড়িয়া যায়, ফলে তরলে পরিণত হয়। অতঃপর উহাকে আরও উত্তপ্ত করিলে আন্তরাণবিক দূরত্ব আরও বৃদ্ধি পায়, ফলে আন্তরাণবিক আকর্ষণও হ্রাস পায় (দূরত্ব বৃদ্ধি পাইলেই আকর্ষণ কমিবে); এবং অবশেষে উহা গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়।]

হিমাংক (Freezing Point), গলনাংক (Melting Point) ও স্ফুটনাংক (Boiling Point) :—

পূর্বেই বলিয়াছি পদার্থের কোন নির্দিষ্ট অবস্থা নাই। প্রধানতঃ তাপমাত্রার উপর উহা নির্ভর করে। **যে তাপমাত্রায় (Temperature) কঠিন-পদার্থ তরলে পরিণত হয়, তাহাকে বলা হয় গলনাংক (Melting Point)। যে তাপমাত্রায় তরল কঠিন পদার্থে পরিণত হয়, তাহাকে বলা হয়**

হিমাংক (Freezing Point) ; আবার, যে তাপমাত্রায় তরল ফুটিতে থাকে, তাহাকে বলে স্ফুটনাংক (Boiling Point)। তবে সকল ক্ষেত্রেই বায়ুচাপ নির্দিষ্ট হওয়া প্রয়োজন; কারণ গলনাংক, হিমাংক, স্ফুটনাংকের উপর চাপের প্রভাব বিদ্যমান। উদাহরণের সাহায্যে ইহাদের বোঝান যাক্। স্বাভাবিক চাপে বরফ শূন্য ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে (0°C) জলে পরিণত হয়। স্বর্ণ 1065°C-এ তরলে পরিণত হয়। সুতরাং বরফ ও স্বর্ণের গলনাংক যথাক্রমে 0°C ও 1065°C।

স্বাভাবিক চাপে জল 0°C-এ কঠিন বরফে পরিণত হয়। সুতরাং জলের হিমাংক 0°C। আবার বরফ এই তাপমাত্রাতেই গলিতে থাকে। সুতরাং ইহার গলনাঙ্কও 0°C।

আবার জল 100°C-এ ফুটিতে থাকে (স্বাভাবিক চাপে) এবং এই তাপমাত্রায় জল বাষ্পে পরিণত হয়। সুতরাং জলের স্ফুটনাংক 100°C.

প্রত্যেকটি বিশুদ্ধ (pure) পদার্থের (নির্দিষ্ট চাপে) হিমাংক, গলনাংক ও স্ফুটনাংক সুনির্দিষ্ট। 'বিশুদ্ধ' শব্দটি প্রণিধানযোগ্য। বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাংক 100°C এবং হিমাংক 0°C। কিন্তু অশুদ্ধ জলের স্ফুটনাংক অনুরূপ হইবে এবং লবণ গোলা জলের হিমাংক আরও কম হইবে (−15°C হইতে −20°C)। এই কারণেই বাজারের কুলপি-বরফওয়ালারা তাহাদের হাঁড়িতে বরফ ও লবণের মিশ্রণ রাখে, যাহাতে সহজে বরফ গলিয়া না যায়। ইচ্ছা করিলে এই লবণ-বরফের অত্যল্প তাপমাত্রার সাহায্যে বাড়ীতে আইসক্রীম তৈয়ারী করিতে পারা যায়।

এই প্রসঙ্গে আর একটি তথ্যও উল্লেখযোগ্য। বরফ গলাকালীন উহার তাপমাত্রা 0 C-ই থাকে। যতক্ষণ বরফ না গলিয়া যায় ততক্ষণ ঐ তাপমাত্রার নড়চড় হয় না। আবার জল যতক্ষণ ফোটে ততক্ষণ উহার তাপমাত্রা 100°C-ই থাকে। জল বাষ্পায়িত হইয়া নিঃশেষ না হওয়া অবধি ঐ তাপমাত্রাই বজায় থাকে। এই নিয়ম সর্ববিধ পদার্থের ক্ষেত্রেই বলবৎ, কোথাও ইহার ব্যতিক্রম নাই।

কয়েকটি পদার্থের হিমাংক, গলনাংক ও স্ফুটনাংক :

পদার্থ	গলনাংক / হিমাংক	স্ফুটনাংক
জল	0°C	100°C
পারদ	−39°C	357·25°C

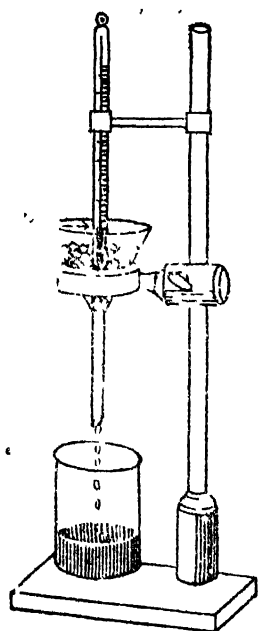
পদার্থ	গলনাংক / হিমাংক	স্ফুটনাংক
লৌহ	1527°C	3235°C
রৌপ্য	960°C	2152°C
ইথাইল অ্যালকোহল		78·3°C
বেনজিন্		80°C
নাইট্রিক অ্যাসিড	−42°C	86°C
দস্তা	419°C	907°C
ম্যাগনেসিয়াম	659°C	1120°C
পটাসিয়াম	26°C	757°C

[পদার্থ মাত্রের গলনাংক ও হিমাংক একই হয়।

$$\text{কঠিন} \underset{\text{শৈত্য}}{\overset{\text{উত্তাপ}}{\rightleftharpoons}} \text{তরল}$$

গলনাংক অর্থে যে উষ্ণতায় পদার্থ কঠিন হইতে তরলে পরিণত হয় এবং হিমাংক অর্থে যে উষ্ণতায় পদার্থ তরল হইতে কঠিনে পরিণত হয়।

বরফ 0°C-এ গলে ; আবার জল 0°C-এ-ই জমে।

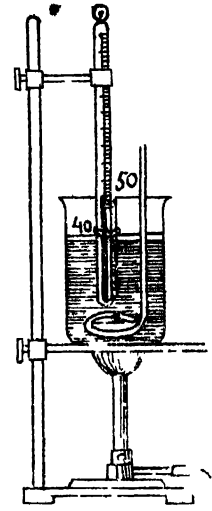
[∴ গলনাংক = হিমাংক, পার্থক্য শুধু লীন তাপের (latent heat)]

বরফের গলনাঙ্ক

বরফের গলনাংক

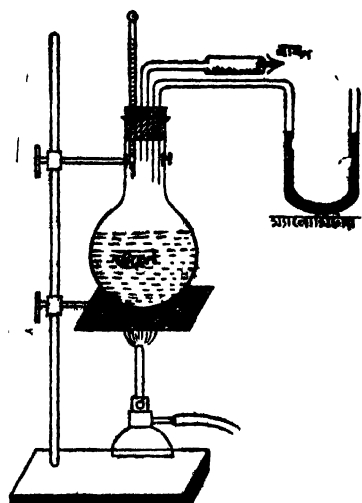
পরীক্ষা :—ইহা নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজন একটি ফানেল, ধারক, থার্মোমিটার এবং একটি বীকার। ফানেলটি ধারকের সাহায্যে দাঁড় করাইতে হইবে, ফানেলের নীচে বীকারটিকে বসাইতে হইবে এবং ফানেলের মধ্যে বরফের কুচি ভরিয়া থার্মোমিটার বাল্বটি ধারকের আংটার সাহায্যে উহার মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দিতে হইবে, যাহাতে 0°C-এর দাগটি দেখা যায়। আমরা জানি যে

বরফ যতক্ষণ না সম্পূর্ণ গলিয়া যায়, উহার গলনাংক স্থির থাকিবে। থার্মোমিটারের পারদ ধীরে ধীরে নামিয়া আসিবে এবং 0°C-এর দাগে আসিয়া স্থির হইয়া দাঁড়াইবে। যতক্ষণ বরফ নিঃশেষ না হয়, ততক্ষণ ঐ স্থানেই পারদ স্থির হইয়া থাকিবে। এই তাপমাত্রা (0°C) বরফের গলনাংক অথবা জলের হিমাংক। বিশুদ্ধ জলের বরফ না হইলে অবশ্য এই তাপমাত্রার তারতম্য হইবে। আবার ফারেনহিট্ থার্মোমিটারে ঐ তাপমাত্রা 32°F হইবে।

মোমের গলনাংক ঃ

পরীক্ষা ঃ—ইহার নির্ণয়ার্থে প্রয়োজন হইবে একটি সরু পরীক্ষা নল, একটি থার্মোমিটার, জল সমেত একটি বীকার, ত্রিপদ ষ্ট্যাণ্ড, তারের জাল, ধারক ও বার্নার। ত্রিপদ-ষ্ট্যাণ্ডে তারজালের উপর জল-সমেত বীকারটি রাখিতে হইবে। সরু পরীক্ষা নলে মোম ভরিয়া রবারের আংটার সাহায্যে উহার গায়ে থার্মোমিটারটি লাগাইয়া দিতে হইবে। এইবার ধারকের সাহায্যে পরীক্ষা-নল ও থার্মোমিটারকে বীকারের জলে এমন ভাবে ডুবাইতে হইবে, যাহাতে থার্মোমিটার-বাল্ব্ জলে ডোবা অবস্থায় থাকে। অতঃপর নীচ হইতে বীকারটিকে বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করিতে হইবে। যেই মাত্র মোম গলিতে আরম্ভ করিবে, নীচেকার বার্নার সরাইয়া ফেলিতে হইবে এবং থার্মোমিটারে পারদ কতদূর উঠিয়াছে দেখিতে হইবে। যতক্ষণ পর্যন্ত না মোম সম্পূর্ণ গলে, ততক্ষণ একই স্থানে পারদ স্থির হইয়া থাকিবে। দেখা যাইবে যে সেন্টিগ্রেড স্কেলে মোমের গলনাংক 45°C এবং ফারেণহিট্ স্কেলে 113°F কিন্তু একবারের পরীক্ষায় সাধারণতঃ সঠিক গলনাংক নির্ণয় করিতে নাই। বীকারে কিঞ্চিৎ ঠাণ্ডা জল দিলে মোম আবার জমিয়া যাইবে। তারপর উহাকে আবার উত্তপ্ত করিয়া মোমের গলনাংক পুনর্বার লক্ষ্য করিতে হইবে। এইরূপ পরীক্ষা ৩।৪ বার করিয়া গড় গলনাংক স্থির করিতে হয়, কারণ অতি অল্প উষ্ণতায় মোম গলিয়া যায় এবং পরীক্ষার সময় ফলাফলের কিছু তারতম্য হইতে পারে।

মোমের গলনাঙ্ক

জলের স্ফুটনাংক ঃ

পরীক্ষা ঃ—ইহা নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজন একটি ধারক, কর্ক সমেত তিন ছিদ্রযুক্ত একটি ফ্লাস্ক, থার্মোমিটার, বার্নার, ম্যানোমিটার ও তার-জাল। ধারকের বলয়ের উপর তার-জাল রাখিয়া উহার উপর আংটার সাহায্যে জল সমেত ফ্লাস্কটি রাখিতে হইবে ও ৩ ছিদ্রযুক্ত কর্কটি ফ্লাস্কের মুখে আঁটিয়া দিতে হইবে। একটি ছিদ্র দিয়া থার্মোমিটারটি প্রবেশ করাইতে হইবে, যাহাতে জলের কিঞ্চিৎ উপরে উহার বাল্‌ব্‌টি থাকে। অপর ছিদ্রটিতে সমকোণী বাষ্প-নির্গমননল প্রবেশ করাইতে হইবে, কিন্তু ইহা কর্ক ভেদ করিয়া বেশী দূর অগ্রসর হইবে না, কেননা উষ্ণ জলীয়-বাষ্পের নিঃসরণ ইহা দ্বারাই হইবে। ম্যানোমিটারের উভয় বাহুর পারদ বায়ুচাপ ও বাষ্পীয় চাপ নির্দেশ করিবে।

বাষ্পীয়চাপ বায়ুচাপের সমান হইলে তরলের স্ফুটনাঙ্ক

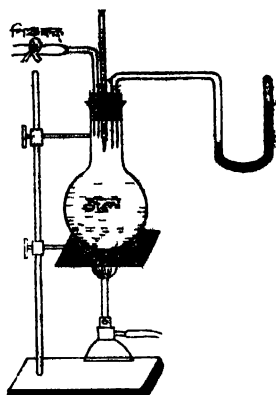
এইবার নিম্নস্থ বার্নার জ্বালিয়া দিতে হইবে। তখন ধীরে ধীরে ফ্লাস্কের জল উত্তপ্ত হইবে এবং থার্মোমিটারের পারদও উপরে উঠিতে থাকিবে। ক্রমে জল ফুটিতে থাকিবে এবং থার্মোমিটারের পারদও ক্রমাগত উপরে উঠিয়া একস্থানে স্থির হইয়া দাঁড়াইবে। যতক্ষণ পর্যন্ত না জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইয়া যায়, ততক্ষণ পারদ ঐ একই স্থানে স্থির হইয়া থাকিবে। ঐ তাপ মাত্রাই হইল জলের স্ফুটনাংক। থার্মোমিটার লক্ষ্য করিলেই তাপমাত্রা জানা যাইবে। জল যদি বিশুদ্ধ (পাতিত) হয়, তবেই 100°C বা 212°F হইবে জলের স্ফুটনাংক।

আবার বাষ্প-চাপের উপরও এই স্ফুটনাংক কমে বা বাড়ে। চাপ কমিলে কম তাপমাত্রায় এবং বাড়িলে বেশী তাপমাত্রায় উহা ফোটে। পরীক্ষাকালে জলের উপর যাহাতে চাপ না বাড়ে, সেই উদ্দেশ্যেই বাষ্প-নিঃসারী সমকোণী কাঁচ-নল লাগান হয়। বাষ্প ফ্লাস্কে রহিয়া গেলে চাপ অবশ্যই বৃদ্ধি পাইত এবং থার্মোমিটারের দাগগুলি ঝাপসা দেখাইত।

চাপের সহিত স্ফুটনাংকের সম্পর্ক

যে উষ্ণতায় তরলের বাষ্পীয় চাপ বায়ুচাপের সমান হয়, তাহাই উহার স্ফুটনাংক।

বায়ুচাপের উপর স্ফুটনাংক কিরূপ নির্ভর করে, তাহা নিম্নের পরীক্ষা দ্বারাই ভালভাবে বুঝিতে পারা যাইবে।

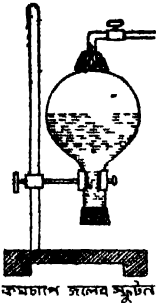
পরীক্ষা ঃ—তিনটি ছিদ্রযুক্ত কর্ক লাগান একটি ফ্লাস্কে কিছু জল লইয়া বার্নারের উত্তাপে ফোটান হইতে লাগিল। ফ্লাস্কের তিনটি ছিদ্রের একটিতে থার্মোমিটার, দ্বিতীয়টিতে বাষ্প-নিঃসারী নল এবং তৃতীয়টিতে একটি প্রেষমান-যন্ত্র (Manometer) লাগান আছে। দেখা যাইবে জল 100°C উষ্ণতায় যখন ফুটিতেছে, তখন প্রেষমান-যন্ত্রের উভয় বাহুতে পারদ একই উচ্চতায় আছে। U-আকৃতি প্রেষমান যন্ত্রের একটি বাহুতে বায়ুর চাপ পড়িতেছে এবং অপরটিতে ফ্লাস্কের বাষ্পের চাপ পড়িতেছে। ফুটিবার সময় এই উভয় চাপই সমান—অর্থাৎ অন্তঃস্থ বাষ্পচাপ ও বহিঃস্থ বায়ুচাপ সমান হইলেই জল ফোটে। প্রত্যেক তরলের ক্ষেত্রেই এই নিয়ম প্রযোজ্য। সাধারণ বায়ুচাপে তরল যে উষ্ণতায় ফোটে, তাহাই তরলের স্ফুটনাংক।

বাষ্পীয় চাপ বৃদ্ধিতে স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি

এইবার বাষ্পনিঃসারী নলটি ক্লিপ আঁটিয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। পাত্রের ভিতরে বাষ্পচাপ ইহাতে ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইতে লাগিল। প্রেষমান যন্ত্রের বাহিরের বাহুর পারদ উপরে উঠিয়া গেল। এইবার জল যে উষ্ণতায় ফুটিবে, তাহা 100°C অপেক্ষা বেশী। সুতরাং তরলের উপরে চাপ বৃদ্ধি করিলে স্ফুটনাংকও বৃদ্ধি পায়।

চাপ কমাইলে স্ফুটনাংকও কমিয়া যায় :

পরীক্ষা ঃ একটি ফ্লাস্কের কিয়দংশ জলপূর্ণ করিয়া উত্তাপ দেওয়া হইল। নির্গত জলীয় বাষ্প অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে অপসারিত করিল। এইবার ফ্লাস্কের মুখটিতে একটি রবারের কর্ক আঁটিয়া দেওয়া হইল, যাহাতে বাহিরের বায়ু

ভিতরে প্রবেশ করিতে না পারে। এতক্ষণে কিন্তু স্ফুটন বন্ধ হইয়া গিয়াছে। ইহার পর ফ্লাস্কটিকে উল্টাইয়া ধরা হইল এবং কিছু ঠাণ্ডা জল উহার উপরে ঢালা হইল। ইহাতে শৈত্যের সংস্পর্শে অভ্যন্তরস্থ জলীয় বাষ্প জলে পরিণত হইবে এবং ভিতরের চাপ কমিয়া যাইবে। ফলে জল আবার উত্তাপ প্রয়োগ ব্যতিরেকেই ফুটিতে থাকিবে। অনুপ্রেষ পাতনে কম চাপের সৃষ্টি করিয়া তরলকে অল্প উষ্ণতায় ফুটান হইযা থাকে।

কমচাপে জলের স্ফুটন

অধিক উচ্চতায় বায়ুচাপ কম। সেই কারণে তরল সেখানে কম উষ্ণতায় ফোটে। পর্বতশীর্ষে এই কারণে কম উষ্ণতায় জল ফুটিয়া থাকে।

তরলে দ্রবীভূত অশুদ্ধি থাকিলে তাহার স্ফুটনাংক ও হিমাংক : আমরা দেখিয়াছি যে বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাংক ও হিমাংক যথাক্রমে স্বাভাবিক চাপে (760 m.m পারদের) 100°C ও 0°C।

এই বিশুদ্ধ কথাটির তাৎপর্য্য আছে। উহা বিশুদ্ধ না হইলে অর্থাৎ উহাতে কিছু অশুদ্ধি দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে, উহার স্ফুটনাংক বৃদ্ধি পায় ও হিমাঙ্ক হ্রাস পায। তরলে দ্রবীভূত অশুদ্ধির পরিমাণ যত বেশী হইবে, উহার বাষ্পীয়-চাপও সেই অনুপাতে হ্রাস পাইবে এবং সেই হারে স্ফুটনাংকের বৃদ্ধি বা হিমাংকের হ্রাস হইবে।

এই বিষযে **রাউল্ট-সূত্র (Raoult's law) :—**

"দ্রবণের গাঢ়ত্বের সহিত উহার স্ফুটনাংকের বৃদ্ধি বা হিমাংকের হ্রাস সমানুপাতী, এবং নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে দ্রাব পদার্থের আণবিক ওজনের একই ভগ্নাংশের হারে যদি বিভিন্ন লবণ পৃথক পৃথক ভাবে দ্রবীভূত করা যায়, তাহা হইলে স্ফুটনাংকের বৃদ্ধি বা হিমাংকের হ্রাস সর্বক্ষেত্রে একই প্রকার হয়।"

যদি 1000 gm জলে 58.5 gm খাদ্য লবণ বা 40 gm কষ্টিক সোডা বা 53 gm কাপড় কাচা সোডা দ্রবীভূত করা যায়, তাহা হইলে দ্রবণের স্ফুটনাংকের বৃদ্ধি বা হিমাংকের হ্রাস একই রূপ হইবে।

পদার্থের ধর্ম ও পরিচয় : পূর্বেই বলা হইয়াছে যে প্রতিটি পদার্থ তাহার নিজস্ব কতকগুলি বিশেষ গুণ বা ধর্ম লইয়া আমাদের কাছে উপস্থিত হয়—এই গুণ বা ধর্মগুলি আমাদের জানা থাকিলে, তাহা লক্ষ্য (পরীক্ষা) করিয়া সেই বিশেষ পদার্থটিকে আমরা চিনিতে পারি। মনে করা যাক

আমাদের কাছে এক বীকার তরল পদার্থ দেওয়া হইল, বলা হইল যে ইহা 'জল'। ইহা যে 'জল', অন্য কিছু নয় তাহা কিরূপে প্রমাণ করা যাইবে?

আমাদের জলের সাধারণ ধর্মগুলি যদি জানা থাকে, তবে উহাকে জল বলিয়া চিনিতে পারিব। জল অবস্থাগতভাবে তরল পদার্থ। ইহার কোন স্বাদ, বর্ণ বা গন্ধ নাই। ইহার ঘনত্ব 1 গ্রাম / c. c., প্রমাণ চাপে হিমাংক 0°C এবং স্ফুটনাংক 100°C। ইহার দ্রবণীয়তা গুণ আছে অর্থাৎ ইহার মধ্যে চিনি, লবণ ইত্যাদি পদার্থগুলি সহজেই দ্রবীভূত হয়। আমাদের যে তরল পদার্থটি দেওয়া হইয়াছে তাহার উপরোক্ত গুণগুলি আছে কিনা তাহা আমরা পরীক্ষাগারে পরীক্ষা করিয়া দেখিতে পারি। যদি থাকে, তবে উহা 'জল' হইবারই সম্ভাবনা। এখন আমরা আরও জানি জলের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ পাঠাইলে উহা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামক ২টি গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। এই হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্যাসের আবার তাহাদের নিজস্ব পরিচয় পত্র আছে—উহা দেখিয়া বা পরীক্ষাগারে পরীক্ষা করিয়া আমরা সহজেই উহাদের চিনিতে পারিব। আবার জলের ভিতর এক টুকরা সোডিয়াম ফেলিয়া দিলে জল ক্ষারে পরিণত হয়। অনার্দ্র কপার সালফেট দেখিতে সাদা, উহা জলের সংস্পর্শে আসিলে নীল হইয়া যায়। আমরা পরীক্ষাগারে তরল পদার্থটির মধ্যে উপরোক্ত গুণগুলি আছে কিনা তাহাও পরীক্ষা করিয়া দেখিতে পারি। যদি থাকে, তবে নিশ্চয় করিয়া বলা যাইবে যে উহা জল।

এইরূপে যে কোন পদার্থকে আমরা সেই পদার্থ বলিয়া সহজেই চিনিতে পারিব যদি উহার গুণ বা ধর্ম আমাদের জানা থাকে।

বৈজ্ঞানিকেরা পদার্থের গুণ বা ধর্মগুলিকে দুইভাগে ভাগ করিয়াছেন (১) **ভৌত ধর্ম** (Physical properties) (২) **রাসায়নিক ধর্ম** (Chemical properties).

ভৌত ধর্ম (Physical properties) : যে সমস্ত ধর্ম হইতে পদার্থের বাহ্যিক অবস্থা ও গুণের পরিচয় পাওয়া যায়, তাহাই পদার্থের ভৌত ধর্ম। এই যে ক্লাসে তোমরা বসিয়া আছ—কেহ সার্ট প্যাণ্ট, কেহ ধুতি-পাঞ্জাবী পরা, কাহারও চোখে চশমা ও হাতে ঘড়ি। তোমাদের মধ্যে কেহ বা গৌরতনু, কাহারও বা রঙ ময়লা। আবার তোমরা ক্লাশে যে পোষাক-পরিচ্ছদে ভূষিত হইয়া আসিয়াছ, বাড়ীতে সব সময় নিশ্চয়ই সেই পোষাক পরিয়া থাক

না। বাড়ীতে যে মানস সান্যাল ছিলে, সেই মানস সান্যালই ক্লাশে আসিয়াছ —বাহিরের পোষাক-পরিচ্ছদে ভূষিত তোমার রূপ হইতেছে তোমার বাহ্য রূপ, কারণ এই পোষাক-পরিচ্ছদে ভূষিত হইলেও মূল মানস সান্যালের কোন পরিবর্তন হয় নাই। ঠিক এমনই পদার্থের কিছু বাহ্যিক অবস্থা বা রূপ আছে।

কাঁচ কত শক্ত, তুলা কত কোমল, পারদ কত স্পর্শকাতর আবার আলকাতরা বা পীচ কত স্পর্শলোভী—স্পর্শে প্রত্যেকেই বিভিন্ন। বর্ণের দিক হইতে স্বর্ণ সোনালী, রৌপ্য সাদা, কয়লা কাল ইত্যাদি। গন্ধেও বিভিন্ন পদার্থ বিভিন্ন প্রকারের। কোনটির সুমিষ্ট গন্ধ, কোনটির ঝাঁঝালো গন্ধ, কোনটির বিরক্তিকর, কোনটির সংজ্ঞালোপকারী, আবার কোনটির বা হাস্যোদ্রেককারী গন্ধ। দ্রবণীয়তাতে-ও পদার্থে পদার্থে কত প্রভেদ—কোনটি জলে, কোনটি পেট্রোলে, কোনটি অ্যালকোহলে, কোনটি বা কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত হয়। সকল পদার্থের চৌম্বকত্ব-ও সমান নহে—লৌহ চুম্বক কর্তৃক আকৃষ্ট হয়; কিন্তু স্বর্ণ বা রৌপ্য হয় না। স্বাদের দিক হইতেও এক পদার্থ অন্যান্য পদার্থ হইতে পৃথক—চিনি, মধু, স্যাকারিণ ইত্যাদি মিষ্ট, কুইনাইন তিক্ত, অ্যাসিড অম্ল ইত্যাদি। পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্বও পদার্থানুসারে বিভিন্ন। পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 13·6, স্বর্ণের 19 এবং প্লাটিনামের 21. আবার কোন কোন পদার্থ বর্ণহীন, কোনটি সবুজ, কোনটি নীল ইত্যাদি। এইগুলি হইল পদার্থের ভৌত ধর্ম বা বাহ্যিক রূপের কথা। পদার্থের ভৌত ধর্ম বলিতে আমরা পদার্থের **অবস্থা, গলনাংক, স্ফুটনাংক, স্বাদ, বর্ণ, গন্ধ, বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক গুণ, ঘণত্ব ইত্যাদি বুঝি।**

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties): কোন পদার্থের ধর্ম প্রকাশে যদি পদার্থটি নিজেই অন্য আর একটি পদার্থে পরিণত হয়, তবে সেই সব ধর্মকে উহার রাসায়নিক ধর্ম বলে। অর্থাৎ যে ধর্মের বলে পদার্থের রূপান্তর ঘটে, তাহাই রাসায়নিক ধর্ম। এই ধর্মের সাহায্যে আমরা পদার্থের গঠনের পরিচয় পাই।

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে জলের মধ্য দিয়া দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ পাঠাইলে জল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামক দুইটি গ্যাসে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে—জলের মধ্যে এক টুকরা সোডিয়াম ফেলিলে উহা ক্ষারে পরিণত হয় অর্থাৎ জল, উভয়

প্রক্রিয়ায় অন্য আর এক পদার্থে পরিণত হইতেছে। যে ধর্মের বলে ইহা সম্ভব হইল, তাহাই জলের রাসায়নিক ধর্ম। এই রাসায়নিক ধর্মের সহায়তায় পদার্থের গঠন সম্বন্ধে আমরা জ্ঞান লাভ করিতে পারি। সাধারণতঃ এই ধর্মের পরিচয় পাইতে হইলে পদার্থের সহিত অ্যাসিড, ক্ষার, জল, বায়ু এবং অন্যান্য বহুবিধ রাসায়নিক পদার্থের কি ক্রিয়া তাহাই দেখিতে হয়।

রসায়নশাস্ত্রে প্রধানতঃ পদার্থের এই সকল ধর্মের কথাই আলোচনা করা হয়। পদার্থের ধর্ম বিশ্লেষণই রসায়নীর প্রধান কাজ, কারণ **ধর্মের মধ্যেই রহিয়াছে পদার্থের একান্ত পরিচয়।**

পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন ঃ আমরা যে বস্তু-জগতের মধ্যে বাস করিতেছি সেখানে প্রতিদিন প্রতিমূহূর্তে কত অসংখ্য পরিবর্তন ঘটিতেছে! পর্বতের উপর কঠিন বরফ গলিয়া জল হইতেছে; নদী, নালা ও সাগরের জল সূর্যের উত্তাপে বাষ্পীভূত হইতেছে, আবার কখন-ও বা এই বাষ্প শৈত্যে ঘনীভূত হইয়া বৃষ্টিধারায় পৃথিবীকে স্নান করাইতেছে। গাছে পাতা জন্মিতেছে, ফুল ফুটিতেছে আবার ঝরিয়া পড়িতেছে। প্রকৃতিতে আপনা হইতে এইরূপ কত পরিবর্তনই না ঘটিতেছে! বস্তুর উপর প্রকৃতির শক্তিরূপের প্রভাবেই এইরূপ পরিবর্তন ঘটিতেছে। আমরা নিজেরা-ও বিভিন্ন শক্তির সাহায্যে বস্তুর বিভিন্ন পরিবর্তন সাধন করিয়া থাকি। যেমন তৈল, কয়লা, কাঠ, গ্যাস ইত্যাদি পুড়াইয়া আমরা আগুণ জ্বালাইয়া থাকি; আর সেই আগুণে রন্ধনশালায় কত কি রন্ধন করিয়া থাকি। দুধ হইতে দৈ, মাখন, ছানা এবং ছানা হইতে কত উপাদেয় খাদ্য তৈয়ারী করা হয়। প্রতিদিন এইরূপ বস্তু জগতে কত শত পরিবর্তন ঘটিতেছে বা ঘটান হইতেছে। একটু লক্ষ্য করিলেই দেখা যাইবে যে এই পরিবর্তনগুলি সব এক রকম নয়। বরফ, জল ও বাষ্প—ইহারা মূলতঃ জল; শুধু আকার ও অবস্থার পার্থক্য। কিন্তু কয়লা পুড়িয়া যখন ছাই হয়, সেই ছাইয়ের মধ্যে কিন্তু কয়লার কোন গুণই আর বর্তমান থাকে না। সুতরাং দেখা যাইতেছে এক ধরণের পরিবর্তনে মূল পদার্থের কোন পরিবর্তন ঘটে না, কিন্তু অন্যপ্রকার পরিবর্তনে পদার্থ সম্পূর্ণভাবে অন্য পদার্থে রূপান্তরিত হইয়া যায়।

ভৌত পরিবর্তন (Physical change): যে পরিবর্তনে মূল পদার্থের কোন পরিবর্তন ঘটে না অর্থাৎ পদার্থের মূল পরিচয় একই

থাকে, শুধু বাহ্যিক পরিবর্তন ঘটে মাত্র, সেই পরিবর্তনকে ভৌত পরিবর্তন বলা হয়।

আজ যে ছেলেটি ধুতি-পাঞ্জাবী পরিহিত, আগামী কাল সে যদি সার্ট ও হাফপ্যান্ট পড়িয়া আসে, তাহা হইলে ছেলেটির আভ্যন্তরীণ কোন পরিবর্তন সূচিত হইবে না। তাহার কিছু বাহ্যিক পরিবর্তন হইবে মাত্র, স্বভাবের বা ধর্মের কোন পরিবর্তন হইবে না। এইরূপ পরিবর্তনকেই আমরা ভৌত পরিবর্তন বলিব।

রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical change): যে পরিবর্তনের ফলে পদার্থ নূতন পদার্থে পরিবর্তিত হইয়া যায়, তাহাই রাসায়নিক পরিবর্তন। নূতন পদার্থে পরিবর্তিত হইয়া যাওয়া তখনই আমরা বুঝিতে পারি যখন পদার্থের নূতন ধর্ম বা স্বভাবের পরিচয় পাই। রাসায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের মূল গঠন পরিবর্তিত হইয়া যায়। যেমন— জল হউক, বরফ হউক বা বাষ্প হউক—উহা একই পদার্থের বিভিন্ন অবস্থাগত ভৌত রূপ। প্রতিটি ক্ষেত্রেই উহার নিজস্ব ধর্ম বিদ্যমান। কিন্তু জলকে বিশ্লিষ্ট করিলে যখন উহা উহার মৌলিক উপাদান, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন বিশ্লিষ্ট হয়, তখন জলের কোন ধর্মই আর অবশিষ্ট থাকে না, উহা সম্পূর্ণ অন্য নূতন পদার্থে পরিণত হয়। এই প্রকার যে পরিবর্তন, তাহাকেই আমরা গুণ বা ধর্মগত অর্থাৎ আমাদের ভাষায় রাসায়নিক পরিবর্তন বলি।

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের লক্ষণ: পদার্থের কোন পরিবর্তন দেখা গেলে উহা ভৌত না রাসায়নিক পরিবর্তন—কি করিয়া বুঝা যাইবে? যদি এই পরিবর্তনের ফলে তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব না ঘটে, মূল পদার্থের ওজন এবং পরিবর্তিত অবস্থায় তাহার ওজনের মধ্যে কোন পার্থক্য না দেখা যায় এবং যদি পরিবর্তনের মূল কারণকে অপসারিত করিয়া মূল পদার্থটিকে আবার ফিরিয়া পাওয়া যায়, তাহা হইলে নিশ্চয়ই এই পরিবর্তনের ফলে কোন নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় নাই, অতএব উহা ভৌত পরিবর্তন।

রাসায়নিক পরিবর্তনে নূতন পদার্থ গঠিত হয়, ইহাতে তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব ঘটে। মূল পদার্থের ওজন এবং পরিবর্তিত অবস্থায় যে নূতন পদার্থ গঠিত হয় তাহার ওজন প্রায়শঃই সমান হয় না। ইহা ছাড়া শুধুমাত্র পরিবর্তনের কারণ অপসারণে নূতন পদার্থ হইতে মূল পদার্থটি পাওয়া সম্ভব নয়।

ভৌত পরিবর্তনের কয়েকটি উদাহরণ :

(ক) **মোমের গলন :** পূর্বে দেখান হইয়াছে যে নির্দিষ্ট চাপে 45°C-এ মোম গলে। গলিত অবস্থায় মোমের ওজনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না ; গলিত হইবার কালে তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না ; এবং মোমের ভৌত অবস্থার পরিবর্তনে যাহা দায়ী অর্থাৎ উত্তাপ সরাইয়া লইলেই উহা আপনা হইতেই আবার সেই কঠিন মোমে পরিণত হয়।

(খ) **জলের স্ফুটন :** পূর্বেই দেখান হইয়াছ যে বিশুদ্ধ জল স্বাভাবিক চাপে 100°C-এ ফোটে। ইহার ফলে যে জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়, তাহার মূল গঠন সাধারণ জল হইতে পৃথক নহে। যতটুকু জল বাষ্পীভূত হইল তাহার ওজন, উহার বাষ্পের ওজনের সমান হয়, এবং উষ্ণতা হ্রাস করিলে জলীয় বাষ্প আবার তরল জলে পরিণত হয়।

(গ) **লৌহের চৌম্বকত্ব প্রাপ্তি :** একটি লৌহের পাতকে চুম্বক দ্বারা ঘষিলে উহা চুম্বকে পরিণত হয়। বিদ্যুৎশক্তি চালিত করিলেও লৌহ চুম্বকে পরিণত হয়। কিন্তু চুম্বক-ও আসলে লৌহ। লৌহের চৌম্বকত্ব নষ্ট হইয়া যায়, উহাকে কয়েকবার আছড়াইলে। চৌম্বকত্ব প্রাপ্তির পরে লৌহের ওজনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না ; তাপেরও আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না।

(ঘ) **বিজলীবাতির তারের আলো :** আমরা দেখিয়াছি যে বিজলী বাতির (বাল্‌ব্) মধ্যে সূক্ষ্ম তার থাকে। বিদ্যুৎপ্রবাহে ঐ তারটি উত্তপ্ত হইয়া যায় এবং প্রদীপ্ত হইয়া উঠে। উহার দীপ্তিই বাতিটির দীপ্তি। বিদ্যুৎ-প্রবাহ বন্ধ করিলে তারটি আবার স্বাভাবিক অবস্থা প্রাপ্ত হয়, আলো নিভিয়া যায়। তারের ওজনও বৃদ্ধি পায় না। অবশ্য এখানে যে তাপের উদ্ভব হয়, তাহা বিদ্যুৎ ·ক্তির ফলে হইয়া থাকে।

(ঙ) **প্লাটিনাম তারের দহন :** প্লাটিনাম তারও সহজে উত্তপ্ত হইয়া লাল হইয়া যায়। ইহা ভাস্বর হইয়া উঠে। এখানেও ঠাণ্ডা করিলে প্লাটিনাম, তার পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়। এই পরিবর্তনে ওজনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না।

(চ) **নানাবিধ দ্রবণ :** দ্রবণে কঠিন পদার্থ অদৃশ্য হয় বটে ; কিন্তু অদৃশ্য অবস্থাতেও ইহাদের ধর্ম বিদ্যমান থাকে। স্বাদে, বর্ণে, গন্ধে ইহারা একই থাকে। তুঁতের দ্রবণ তুঁতের মতই নীল। ফেরাস সালফেটের দ্রবণ সবুজ। চিনির দ্রবণ চিনির মতই মিষ্ট। এই দ্রবণকে বাষ্পায়িত করিলে আবার কঠিন পদার্থকে পাওয়া যায়। সাধারণতঃ দ্রবণ তৈয়ারী করিবার সময়ে

তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না। অবশ্য কয়েকটি ক্ষেত্রে ইহার ব্যতিক্রম আছে।

রাসায়নিক পরিবর্ত্তনের উদাহরণ :

(ক) **কয়লার দহন :** কয়লা পুড়িলে ছাই হইয়া যায়, তখন আর উহা কয়লা থাকে না। এই ছাই হইতে কয়লা আর পাওয়া যায় না। জ্বলিবার সময়ে উত্তাপের আবির্ভাবও ঘটিয়া থাকে। কয়লার ওজন এবং ছাইয়ের ওজন সমান হয় না।

(খ) **তামার তারের দহন :** বুনসেন বার্ণারের দীপ্তিহীন শিখায় তামার তার ধরিলে লাল হইয়া যায়। বুনসেন শিখায় ইহা জারিত (oxidised) হয়। ঠাণ্ডা করিলে উহাতে কালো সর পড়ে। এই সর একটি নূতন পদার্থ। ইহা তামা অপেক্ষা ভারী। ইহা তৈয়ারী হইবার সময়ে তাপের আবির্ভাব হয়।

(গ) **লৌহের মরিচা :** লৌহের গায়ে মরিচা পড়িতে আমরা দেখিয়াছি। কিন্তু মরিচা ও লৌহ এক নয়। ইহাকে সহজে লৌহে রূপান্তরিত করা যায় না। ইহা লৌহ অপেক্ষা ভারী। জলীয়বাষ্প ও বাতাসের সংস্পর্শে লৌহ থাকিলেই উহার মৃদু দহনের ফলে লৌহের গায়ে মরিচা পড়ে।

(ঘ) **কলিচুণ তৈয়ারী :** শুষ্ক চুণাপাথর পাহাড়ে পাওয়া যায়। কলিচুন করিতে হইলে জলের সহিত ইহাকে মিশাইতে হয়। ইহাতে চুণ গরম হইয়া ফুটিতে থাকে ; এবং উহা একটি নূতন পদার্থে পরিণত হয়। কলি চুণের (slaked lime) এর ওজন বেশী। তৈয়ারী করিবার সময় উত্তাপের আবির্ভাব হয় এবং ইহা হইতে আবার চুণ তৈয়ারী করা সহজ নয়।

(ঙ) **তড়িৎ বিশ্লেষণ :** অল্প অ্যাসিডযুক্ত জলে তড়িৎপ্রবাহ দিলে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের ধর্ম জল হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। এই দুইটি মিশাইয়া দিলেই জল পাওয়া যায় না।

(চ) **অ্যাসিডের ক্রিয়া :** স্বর্ণকারের দোকানে আমরা পুরানো গহনা গালাইতে দেখিয়াছি। উহা গালাইবার সময়ে গাঢ় বাদামী রংয়ের এক প্রকার গ্যাস বাহির হইতে থাকে। গহনার সোনায় তাম্র থাকিবার জন্যই ঐরূপ হইয়া থাকে। এদিকে অ্যাসিড (নাইট্রিক) স্বর্ণের খাদের সহিত (তাম্র) মিলিয়া সবুজ বর্ণ ধারণ করে। ঐ সবুজ তরল হইতে তাম্র আর সহজে ফেরৎ পাওয়া যায় না ; এবং বাদামী গ্যাস হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড সহজে ফেরৎ পাওয়া

যায় না। স্বর্ণের কিন্তু কিছুই পরিবর্তন হয় না। তাম্র এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের পরিবর্তনে তাপের তারতম্য হইয়া থাকে।

[স্বর্ণ আবার অম্লরাজে (aqua regia—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণ) দ্রবীভূত হয়]।

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের আরও অসংখ্য উদাহরণ দেওয়া যায়। রসায়ন শাস্ত্রে কিছুদূর অগ্রসর হইলেই বিদ্যার্থীরা বহুবিধ উদাহরণের উল্লেখ নিজেরাই দিতে পারিবে।

রাসায়নিক ও ভৌত পরিবর্তনের পার্থক্য

পূর্ববর্ণিত উদাহরণগুলি পর্যালোচনা করিলেই ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের পার্থক্য নির্ণয় করা সহজ হইবে।

ভৌত পরিবর্তন	রাসায়নিক পরিবর্তন
(১) ইহার ফলে পদার্থের ভৌত ধর্মের পরিবর্তন ঘটে মাত্র। নূতন কোন পদার্থ সৃষ্টি হয় না বা পদার্থের গঠনের পরিবর্তন হয় না। উদাহরণ :—জল, বরফ, জলীয় বাষ্প—তিনটিই জলের অবস্থান্তর মাত্র, পৃথক কিছু নয়।	(১) ইহার ফলে পদার্থের গঠন পরিবর্তিত হয়। উহা সম্পূর্ণ এক নূতন পদার্থে পরিণত হয়। উদাহরণ :—তড়িৎ বিশ্লেষণে জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন হয়।
(২) ভৌত পরিবর্তন অস্থায়ী ; এবং পরিবর্তিত পদার্থকে সহজেই আবার মূল পদার্থে ফিরাইয়া আনা যায়। উদাহরণ :—বিজলীবাতির তার, প্লাটিনাম তার প্রভৃতির ভাস্বরতা।	(২) এই পরিবর্তন স্থায়ী। পরিবর্তিত পদার্থ হইতে সহজে মূল পদার্থ ফিরাইয়া আনা যায় না। কোন কোন সময়ে একেবারেই উহা সম্ভব নয়। উদাহরণ :—তামার তার বুনসেন বার্নারে ধরিলে উহাতে কালো সর পড়িয়া যায়, যাহা তামা হইতে ভিন্ন। ইহাকে কষ্টসাধ্য বিজারণ করিলে পুনরায় তামা পাওয়া যায় বটে, কিন্তু কয়লাভস্ম হইতে কয়লা ফেরৎ পাওয়া একেবারেই অসম্ভব।

ভৌত পরিবর্তন	রাসায়নিক পরিবর্তন
(৩) ভৌত পরিবর্তনের সময় তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না। ব্যতিক্রম: কয়েকটি দ্রবন সৃষ্টি-কালীন তাপের তারতম্য হয়।	(৩) এই পরিবর্তনের সময়ে সর্বদাই তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব ঘটিয়া থাকে। উদাহরণ:—হাইড্রোজেন দহন করিয়া জল সৃষ্টি করা যায়। হাইড্রোজেন দহনের সময়ে তাপের আবির্ভাব হইয়া থাকে।
(৪) ভৌত পরিবর্তনে পদার্থের ওজনের হ্রাস বৃদ্ধি হয় না। উদাহরণ:—প্লাটিনামের তার দহন করিলে বা শীতল করিলে ওজনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না।	(৪) রাসায়নিক পরিবর্তনে সাধারণতঃ পদার্থের ওজনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয়।

ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের কারণসমূহ:

এতক্ষণ আমরা ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের প্রকৃতি ও পার্থক্য সম্বন্ধে আলোচনা করিতেছিলাম। কিন্তু এইরূপ পরিবর্তন ঘটে কেন? কোন পরিবর্তনই বিনা কারণে ঘটে না। পবিবর্তনের জন্য প্ররোচনা প্রয়োজন।

ভৌত পরিবর্তনের কারণ:

(১) **তাপ:** আমরা দেখিয়াছি তাপ কিভাবে পদার্থের অবস্থান্তর ঘটায়। বিভিন্ন তাপমাত্রায় জল—বরফ ( )°C) এবং বাষ্প (100°C) হয়। সুতরাং তাপ ভৌত পরিবর্তনের অন্যতম কারণ। অধিক উত্তাপে প্লাটিনামের তার প্রদীপ্ত ও বিজলীবাতির তার আরও প্রদীপ্ত হইবে।

(২) **চাপ:** ইহার ফলেও পদার্থের ভৌত পরিবর্তন ঘটিয়া থাকে। বেশী চাপে বরফ জল হইয়া যায়। চাপের ফলে পদার্থের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের পরিবর্তন হয়।

(৩) **চুম্বক:** লৌহ-পাতে চুম্বক দ্বারা ঘসিলে লৌহ চৌম্বকত্ব প্রাপ্ত হয়। চুম্বক এক্ষেত্রে ভৌত-পরিবর্তনের কারণ।

(৪) **বিদ্যুৎ:** বিদ্যুৎ-বাহী তারকে স্পর্শ করা যায় না। বিদ্যুতের দ্বারা বিজলী বাতির তার ভাস্বর হইয়া উঠে।

(৫) **দ্রবণীয়তা :** দ্রবণে কঠিন পদার্থ নিশ্চিহ্ন হইয়া যায়। এই আকার লোপের কারণ হইল পদার্থের দ্রবণীয়তা।

এইগুলিকে সাধারণতঃ পদার্থের ভৌত পরিবর্তনের কারণ ধরা হইয়া থাকে।

রাসায়নিক পরিবর্তনের কারণ :

রাসায়নিক পরিবর্তনের জন্য উত্তাপ, আলোক, ঘনিষ্ঠ-সংযোগ, চাপ, অণুঘটন, বিদ্যুৎ, ধ্বনি, জল প্রভৃতি কারণের প্রয়োজন।

(১) **উত্তাপ :** রাসায়নিক পরিবর্তনের জন্য অনেক ক্ষেত্রেই উত্তাপের প্রয়োজন। বায়ুর সংস্পর্শে কোন কোন ধাতুকে উত্তপ্ত করিলে ধাতুভস্ম তৈয়ারী হয়। ম্যাগনেসিয়ামের তারকে উত্তপ্ত করিলেই তীব্র আলোক সহকারে ম্যাগনেসিয়াম ধাতুভস্মে পরিণত হয়। কয়লা, পেট্রোলিয়াম প্রভৃতি দাহ্য পদার্থ উত্তাপের দ্বারাই রাসায়নিক পরিবর্তনে অংশ গ্রহণ করে।

অক্সিজেন, ক্লোরিণ, নাইট্রিক অ্যাসিড প্রভৃতি প্রস্তুতিতে উত্তাপ প্রয়োজনীয় প্ররোচনা।

(২) **আলোক :** অন্ধকারে হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিণের রাসায়নিক মিলন সম্ভব হয় না। সূর্যালোকে বিস্ফোরণের সহিত উহারা মিলিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে পরিণত হয়। সূর্যালোকের সংস্পর্শে গাছের পাতার সবুজ ক্লোরোফিল বাতাসের কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে। অন্ধকারে উহা হয় না। অন্ধকারে ফটো তোলাও যায় না। ফটোগ্রাফিক প্লেটে রৌপ্য লবণের বিক্রিয়া আলোকের উপস্থিতিতেই হয়।

(৩) **ঘনিষ্ঠ-সংযোগ :** ঘনিষ্ঠ-সংযোগ রাসায়নিক পরিবর্তনের আরেকটি প্রধান কারণ। সত্য কথা বলিতে কি, ঘনিষ্ঠ-সংযোগ ব্যতীত কোন রাসায়নিক পরিবর্তনই হয় না। তবে অন্যান্য ক্ষেত্রে ইহা ব্যতীতও অন্য প্ররোচনার প্রয়োজন। এক্ষেত্রে আমরা একমাত্র ঘনিষ্ঠ-সংযোগের ফলে যে রাসায়নিক পরিবর্তন হয়, তাহার কথাই উল্লেখ করিতেছি। ফসফোরাস ও আইয়োডিন একসঙ্গে রাখিলেই জ্বলিয়া উঠে। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দস্তা ছিবড়া দিলেই ভুর ভুর করিয়া হাইড্রোজেন বাহির হইতে থাকে।

(৪) **চাপ :** চাপের ফলেও কয়েকটি ক্ষেত্রে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটিয়া থাকে। ভুঁই পটকার পটাসিয়াম ক্লোরেট চাপের ফলেই বিশ্লিষ্ট হইয়া ভীষণ আওয়াজের সৃষ্টি করে।

(৫) **অণুঘটক :** অনেক সময়ে দুই পদার্থের সংযোগে বা উত্তাপ দেওয়ার পরেও রাসায়নিক পরিবর্তন এত ধীরে হয় যে বোঝা যায় না। এই সময়ে যোগ্য অণুঘটকের সাহায্যে ঐ পরিবর্তন দ্রুততর হয়। অক্সিজেন প্রস্তুত কালে আমরা দেখিব যে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড অণুঘটকের কাজ করিতেছে। সালফিউরিক অ্যাসিড শিল্পে প্লাটিনাম অণুঘটকের কাজ করে; সংস্পর্শ-পদ্ধতিতে প্লাটিনাম অণুঘটকের সাহায্যে সালফার ডাই-অক্সাইড, সালফার-ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। বনস্পতি শিল্পে নিকেল অণুঘটকের প্রয়োজন। মজার কথা এই যে ইহা পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটাইতে সাহায্য করে; কিন্তু নিজে পরিবর্তিত হয় না।

(৬) **বিদ্যুৎ :** সামান্য অ্যাসিডযুক্ত জলের ভিতর বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালিত করিলে জল ভাঙ্গিয়া অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে বহু পদার্থ এইভাবে ভাঙ্গিয়া যায় এবং অনেক সময় মিলিতও হয়। যেমন—

$$\text{হাইড্রোজেন} + \text{অক্সিজেন} \xleftrightarrow{\text{বিদ্যুৎ}} \text{জল}$$

(৭) **ধ্বনি :** কারবাইড ল্যাম্পে উচ্চ ধ্বনির সাহায্যে অ্যাসিটিলিন গ্যাস ভাঙ্গিয়া অঙ্গার ও হাইড্রোজেন হয়। এইরূপ বিশ্লিষ্ট হইয়া দহনের ফলে ইহা তীব্র আলোক দান করিতে পারে। এক্ষেত্রে রাসায়নিক পরিবর্তনের কারণ ধ্বনি।

(৮) **জল :** অনেক ক্ষেত্রে জলের উপস্থিতি রাসায়নিক পরিবর্তনের কারণ। ক্লোরিন ও সালফার ডাই-অক্সাইড জলের সংস্পর্শেই বিরঞ্জন (bleach) করিতে পারে।

Questions to be discussed

1. What do you understand by 'physical states' of matter ? Explain that distillation, sublimation and evaporation are processes, depending on change of the physical states of matter.
2. (a) What is a molecule ?
   (b) What is intermolecular space ? What is its relation with the physical states of matter ? Give reasons.
   (c) Describe simple experiments to show that solids and liquids have inter-molecular spaces.
3. Compare and contrast the properties of solids, liquids and gases. Why is it necessary to mention pressure and temperature while speaking of gaseous volumes ?

4. Define 'melting point' and 'boiling point'. How are they determined? What is the difference between melting point and freezing point of a substance?

5. What is the effect of pressure on the boiling point of a liquid? Describe experiments to illustrate the effect. How would you boil water at 0°C? (Discuss the principle only).

6. What is the effect of pressure on the melting point of a solid? How does impurity in a substance affect its melting and boiling points?

7. What are the physical properties of matter? How can you distinguish iron from water?

8. What do you understand by physical and chemical changes. Give illustrations.

9. Differentiate with illustrations physical changes from chemical

10. Classify and justify the following changes;
(i) Ice is melted by heating (ii) wax is melted by heating (iii) a candle is burnt in air (iv) charcoal is burnt (v) water is heated to steam (vi) iron is rusted (vii) iron is magnetised (viii) the filament of an electric furnace is heated (ix) copper and platinum wires are heated separatety (x) lime is slaked (xi) magnesium ribbon is burnt.

11. Magnesium burns in oxygen and falls to white powder. What type of change is this? Does the mass of the product vary from the original mass of magnesium? Justify your statement.

12. Iron filings are mixed with sulphur. Will there be any sort of change? The mixture is heated. What sort of change will occur? Justify your statement.

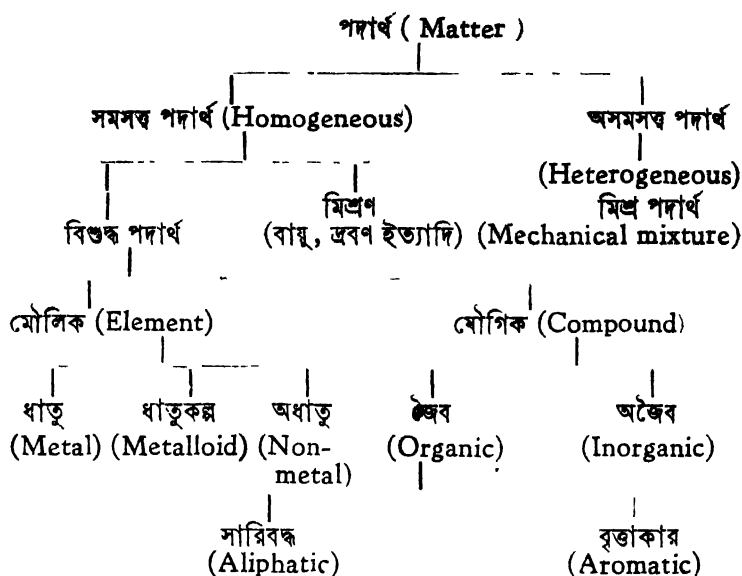
13 What are the factors that induce chemical changes? Give examples in each case.

৪

পদার্থের রাসায়নিক প্রকারভেদ

আমরা আমাদের চতুর্দিকে যত পদার্থ দেখি উহাদের শ্রেণী বিভাগ করিতে গেলে উহাদের উপাদানের কথাই প্রথমে ভাবিতে হইবে। 'কাঁচ' এই উপাদান হইতেই—বীকার, টেস্টটিউব, ফ্লাস্ক ইত্যাদি গঠিত হইয়াছে। পদার্থ মাত্রেই যে একটি মাত্র উপাদানে গঠিত হইবে, তাহারও কোন নিশ্চয়তা নাই। আমরা সরবৎ তৈয়ারী করি জলের মধ্যে চিনি মিশাইয়া; আবার দুধের মধ্যে একাধিক জিনিষ মেশান থাকে। ঠিক এই রকম কাদামাটিতে-ও আমরা বহুরকমের কঠিন দ্রব্য ও জল দেখিতে পাই। কিন্তু এই সকল মিশ্রিত পদার্থের সমস্ত অংশে উপাদানগুলির অনুপাত সমান না-ও থাকিতে পারে। এক গ্লাস নদীর জলে উপরের অংশে মাটি ও জলের অনুপাত - নীচের অংশের অনুপাতের সমান হয় না কিন্তু এক গ্লাস চিনির সরবতে জল ও চিনির অনুপাত সর্বত্র-ই সমান।

যে সকল মিশ্রিত পদার্থে উপাদানের অনুপাত বিভিন্ন অংশে অসমান, তাহাদিগকে অসমসত্ত্ব (Heterogeneous) পদার্থ বলে; কিন্তু যে সকল পদার্থের সর্বত্রই উপাদানগুলির অনুপাত একই রকম, তাহাকে সমসত্ত্ব (Homogeneous) পদার্থ বলে।

পদার্থ যদি একটি মাত্র উপাদানে গঠিত হয়, তবে তাহাকে বিশুদ্ধ পদার্থ বলা যাইতে পারে। অন্য কোন উপাদান না থাকায় বিশুদ্ধ পদার্থ মাত্রেই সমসত্ত্ব শ্রেণীর। বিশুদ্ধ পদার্থগুলিকে দুই ভাগে ভাগ করা যাইতে পারে। **মৌলিক ও যৌগিক** পদার্থ। এই দিক দিয়া নিম্নলিখিত উপায়ে পদার্থের শ্রেণী বিভাগ করা যাইতে পারে।

যে মূল পদার্থকে ক্রমাগত বিশ্লেষণ করিয়া অন্য কোন নূতন পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাকে **মৌল বা মৌলিক পদার্থ** (Element) বলে।

আবার, যে পদার্থকে ক্রমাগত বিশ্লেষণ করিতে করিতে দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাকে **যৌগ বা যৌগিক পদার্থ** (Compound) বলে।

উদাহরণ স্বরূপ জলকে ধরা যাইতে পারে। খানিকটা জল লইয়া উহাকে ক্রমাগত বিভক্ত করিয়া এক ক্ষুদ্র কণায় পরিণত করিলে, জলের সর্ব ক্ষুদ্র কণা হইবে উহার অণু। এতক্ষণ পর্যন্ত কিন্তু জল—জলই থাকিবে ও জলের সর্বধর্ম বিদ্যমান থাকিবে। কিন্তু ঐ অণুকে যদি পুনর্বার বিভক্ত করা যায়, তাহা হইলে জল আর জল থাকিবে না; উহা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামক দুইটি মৌলে বিভক্ত হইবে। সুতরাং, জল হইল একটি যৌগিক পদার্থ, যাহাকে ভাঙ্গিয়া দুইটি মৌল পাওয়া যায়।

মৌলের ক্ষেত্রে কিন্তু এইরূপ হইবে না। উহাকে যতই বিভক্ত করা যাউক না কেন, উহা তাহাই থাকিবে।

হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, স্বর্ণ, পারদ, রৌপ্য, লৌহ ইত্যাদি এক একটি মৌল। **পৃথিবীতে মৌলিক পদার্থের সংখ্যা বিরানব্বইটি।**

বর্তমান যুগে এই বিরানব্বইটি ছাড়া আরও কয়েকটি মৌলের সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। তবে উহারা রেডিও-অ্যাক্টিভ রশ্মি বিকীরণের ফলে ঐরূপ হইয়াছে। এইগুলিকে ইউরেনিয়ামেওর মৌল (Trans-Uranium elements) বলা হইয়া থাকে।

বিশ্বের সব কিছুই মৌল দ্বারা গঠিত। সব কিছুর সৃষ্টির মূলে ইহারা আছে বলিয়া ইহাদিগকে মৌল বলা হইয়া থাকে। আবার, একাধিক মূল পদার্থ বা মৌলের মিলনে যে পদার্থের সৃষ্টি হয়, তাহাকে যৌগ বা যৌগিক পদার্থ বলা হয়।

মৌলিক পদার্থ তিন অবস্থাতেই (কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়) পাওয়া যায়। স্বর্ণ, রৌপ্য, লৌহ, নিকেল প্রভৃতি ধাতব মৌল এবং কার্বন, ফসফোরাস, গন্ধক ইত্যাদি অধাতব মৌল কঠিন অবস্থায় পাওয়া যায়।

পারদ ও ব্রোমিন তরল অবস্থায় পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন ইত্যাদি মৌল গ্যাসীয় অবস্থায় পাওয়া যায়।

স্বর্ণ, রৌপ্য, পারদ, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতি কয়েকটি মাত্র মৌল প্রকৃতিতে স্বাভাবিক অবস্থায় পাওয়া যায়। বেশীর ভাগ মৌলই পাওয়া যায় যৌগ অবস্থায়। সুতরাং পৃথিবীর অধিকাংশ পদার্থই যৌগ।

মৌলকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়, যথা :—**ধাতু, অধাতু ও ধাতুকল্প**। ইহাদের সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হইবে। যৌগকেও দুই ভাগে ভাগ করা যায় ; যথা—**জৈব ও অজৈব :**

'জীব' হইতে 'জৈব' কথাটি আসিয়াছে। এখানে জীব বলিতে প্রাণী ও উদ্ভিদ উভয়কেই ধরা হয়। **প্রাণী ও উদ্ভিদ হইতে যে সমস্ত বস্তু পাওয়া যায়, তাহাদিগকে জৈব পদার্থ বলে।** সকল জৈব পদার্থের মধ্যে কার্বন মৌল আছে ; এবং অধিকাংশ ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনও থাকে।

জৈব ব্যতীত অপর যৌগগুলি অজৈব। খনিজ পদার্থ, অ্যাসিড, ক্ষার, লবণ (salt), জল ইত্যাদি পদার্থগুলি অজৈব যৌগ।

জৈব যৌগকেও আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। একটি **সারিবদ্ধ** (**Aliphatic**) এবং অপরটি **বৃত্তাকার** (**Aromatic**)। 'Aromatic' কথাটি আসিয়াছে 'Aroma' শব্দ হইতে, যাহার অর্থ সুগন্ধ। এই সকল পদার্থের সহিত বেন্‌জিনের নিগূঢ় সম্বন্ধ রহিয়াছে। অর্থাৎ বেন্‌জিন-সঞ্জাত জৈব পদার্থকে আমরা সাধারণতঃ অ্যারোমেটিক বলিয়া থাকি। ইহারা ব্যতীত

অন্যান্য জৈব পদার্থকে বলা হয় অ্যালিফ্যাটিক। ইহাদের মধ্যে কার্বন পরমাণুগুলি মুক্ত বন্ধনীতে (open chain) পরস্পরের সহিত সংবদ্ধ। অ্যারোমেটিক জৈব পদার্থগুলির কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পরের সহিত আবদ্ধ-বন্ধনীতে (closed chain) সংবদ্ধ।

মিশ্র পদার্থ :

সম্পূর্ণ নূতন ধর্ম বিশিষ্ট কোন নূতন পদার্থের সৃষ্টি না করিয়া যদি একাধিক মৌল বা যৌগ মিশ্রিত করা যায়, তবে সেই মিশ্রণকে মিশ্র পদার্থ বলা হয়।

মনে রাখিতে হইবে একাধিক মৌলের মিশ্রণে অনেক সময়ে যৌগের সৃষ্টি হয়। তবে, সে ক্ষেত্রে অর্থাৎ যৌগ সৃষ্টির পরে আর মৌলের ধর্ম বজায় থাকে না; এবং যৌগটিও একটি নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট সম্পূর্ণ নূতন পদার্থ হইয়া থাকে। সেই কারণে একাধিক পদার্থের মিলনে যাহা হইতেছে, তাহা নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট কি না দেখিতে হইবে। উহা হইলেই উহাকে যৌগ বলা হইবে; আর না হইলে উহাকে মিশ্র পদার্থ বলা হইবে।

উদাহরণ :—লৌহ ও গন্ধক দুইটি মৌল। লৌহ চুম্বক কর্তৃক আকৃষ্ট হয়; কিন্তু গন্ধক হয় না। আবার লৌহ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে, কিন্তু গন্ধক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না। আবার গন্ধক কার্বন-ডাই সালফাইডে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু লৌহ হয় না। কিছু লৌহ-চূর্ণের সহিত কিছু গন্ধক চূর্ণ ভাল ভাবে মিশান হইলে দেখা যাইবে যে, কৃষ্ণ বর্ণের লৌহ চূর্ণ এবং হলুদ বর্ণের গন্ধক-চূর্ণ মিশিয়া মধ্যবর্তী বাদামী রঙের একটি মিশ্রণ সৃষ্টি করিয়াছে। এই মিশ্রণের ফলে তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব কিছুই ঘটিবে না। ম্যাগনিফাইং গ্লাস বা অনুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখিলে উভয় প্রকার চূর্ণকেই পৃথক ভাবে দেখা যাইবে। ঐ মিশ্রণের নিকট চুম্বক ধরিলে লৌহ-চূর্ণ আকৃষ্ট হইবে, কিন্তু গন্ধক হইবে না। ঐ মিশ্র পদার্থে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে, লৌহ দ্রবীভূত হইবে এবং গন্ধহীন, বর্ণহীন সহজ-দাহ্য হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হইবে কিন্তু আবার ঐ মিশ্রণ কার্বন-ডাই-সালফাইডে দিলে, লৌহ যেমন ছিল তেমনই থাকিবে, গন্ধক দ্রবীভূত হইবে।

অতএব দেখা যাইতেছে যে এই প্রকার মিশ্রণে লৌহ এবং গন্ধক উভয়েই নিজ নিজ ধর্ম বজায় রাখিয়াছে; এবং কোন নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট পদার্থের

হয় নাই। সুতরাং নিঃসন্দেহে বলা চলে যে উহাদের পরস্পর মিশাইবার ফলে একটি মিশ্র পদার্থ সৃষ্টি হইয়াছে, কোন যৌগ নহে।

আবার 7 ভাগ ওজনের লৌহ-চূর্ণের সহিত 4 ভাগ ওজনের গন্ধক-চূর্ণ ভাল করিয়া মিশাইয়া একটি আবদ্ধ শক্ত কাঁচের পরীক্ষা নলের মধ্যে লওয়া হইল। উহাকে এইবার বার্নারে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হইল। উত্তপ্ত পদার্থটি এইবার খলে (mortar) মাড়িয়া গুঁড়া করা হইল।

এক্ষণে নূতন পদার্থটি যাহা হইল তাহার রঙ হইবে কালো। গন্ধক ও লৌহের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিবার ফলে এক্ষেত্রে অতিরিক্ত তাপের আবির্ভাব হইবে। ফিলটার কাগজে ঢালিয়া ম্যাগনিফাইং গ্লাস বা অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখিলে লৌহ ও গন্ধক চূর্ণের পৃথক অস্তিত্ব দেখা যাইবে না। চুম্বক নিকটে ধরিলে কোন কিছুই উহা কর্তৃক আকৃষ্ট হইবে না। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হইবে না; এবং কার্বন-ডাই-সালফাইডেও কোন কিছু দ্রবীভূত হইবে না।

সুতরাং বুঝা গেল যে, এইক্ষেত্রে গন্ধক বা লৌহ কোনটিরই ধর্ম বিদ্যমান নাই। ঐ দুই পদার্থের মিলনে নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট এক সম্পূর্ণ নূতন পদার্থ সৃষ্টি হইয়াছে। ইহাকে সেই কারণে নিঃসন্দেহে যৌগ বলা যায়; এবং ইহা হইল **আয়রণ-সালফাইড।**

মিশ্র পদার্থ ও যৌগিক পদার্থের মধ্যে পার্থক্য

মিশ্র পদার্থ	যৌগিক পদার্থ
(১) দুই বা ততোধিক পদার্থকে **যে কোন পরিমাণে** মিশাইয়া মিশ্র পদার্থ তৈরী করা যায়। যথা—যে কোন পরিমাণ লৌহ+যে কোন পরিমাণ গন্ধক → লৌহ ও গন্ধকের মিশ্রণ।	(১) যৌগিক পদার্থের **উপাদান-গুলির পরিমাণ** সর্বদা নির্দিষ্ট থাকে। (ক) 7 ভাগ ওজনের লৌহ+4 ভাগ ও জলের গন্ধক ⟶ আয়রণ-সালফাইড (যৌগিক পদার্থ) (খ) 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন +8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন ⟶ জল।

মিশ্র পদার্থ	যৌগিক পদার্থ
(২) ইহাতে উপাদানগুলির ভৌত পরিবর্তন হইতে পারে। লৌহ-গন্ধক মিশ্রণে দেখা গিয়াছে রঙের পরিবর্তন হয়। তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না। লৌহ-গন্ধক মিশ্রণে তাপের তারতম্য হয় না। দ্রবণ তৈয়ারী করিলে অনেক সময়ে তাপের তারতম্য হয়; কিন্তু ইহা ব্যতিক্রম মাত্র।	(২) ইহাতে উপাদানগুলির রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব ঘটে। আয়রণ সালফাইড গঠনে তাপের আবির্ভাব ঘটে। জিঙ্ক-সালফাইড গঠনে ইহা আরও ভালভাবে উপলব্ধি করা যায়।
(৩) ইহার উপাদানগুলি নিজস্ব ধর্ম পৃথক ভাবে বজায় রাখে। মিশ্র পদার্থের নিজস্ব কোন ধর্ম নাই।	(৩) ইহার উপাদানগুলির নিজস্ব ধর্ম বিলুপ্ত হয়; এবং সম্পূর্ণ নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট নূতন পদার্থ গঠিত হয়।
(ক) লৌহ-গন্ধক মিশ্রণে দেখা গিয়াছে যে উভয় উপাদানই নিজস্ব ধর্ম বজায় রাখিয়াছে।	(ক) আয়রণ-সালফাইডে লৌহ বা গন্ধক কোনটিরই ধর্ম বজায় থাকে না। সম্পূর্ণ নূতন ধর্ম বিশিষ্ট নূতন পদার্থ (যৌগিক পদার্থ , গঠিত হয়।
(খ) বায়ুতে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, জলীয় বাষ্প, কার্বন-ডাই-অক্সাইড—সকলের ধর্মই পৃথকভাবে বিদ্যমান।	(খ) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণে বিদ্যুৎ-মোক্ষণ করিলে জল হয়। জলে হাইড্রোজেন বা অক্সিজেন কোনটির ধর্মই বজায় থাকে না।
(৪) ইহার উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যায়। লৌহ-গন্ধক মিশ্রণ হইতে লৌহ বা গন্ধককে সহজেই পৃথক করা যায়। কার্বন-ডাই-সালফাইড দিলে গন্ধক দ্রবীভূত হয়; এবং উহাকে ফিলটার করিয়া অবশেষ হিসাবে পাওয়া যায় লৌহ-চূর্ণ এবং ফিলট্রেট হিসাবে পাওয়া যায় গন্ধকের দ্রবণ।	(৪) ইহার উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যায় না। উহা করিতে হইলে বিশেষ রাসায়নিক প্রক্রিয়ার প্রয়োজন হয়। জলে বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালিত না করিলে, উহা হইতে উহার উপাদানগুলি ফেরৎ পাওয়া যায় না।

(৫) মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি সাধারণতঃ সমসত্ত্ব হয় না।

(ক) লৌহ-গন্ধক মিশ্রণে কোথাও গন্ধকের এবং কোথাও লৌহের পরিমাণ বেশী থাকে।

(খ) বায়ুতে কোথাও অক্সিজেন, কোথাও কার্বন-ডাই-অক্সাইড, আবার কখনও জলীয় বাষ্প বেশী পরিমাণে পাওয়া যায়।

[ব্যতিক্রম :—দ্রবণে কিন্তু উপাদান-গুলি সমসত্ত্ব ভাবে মিশিয়া থাকে]

(৫) যৌগিক পদার্থের উপাদান-গুলি সর্বদা সমভাবে মিশিয়া থাকে। যৌগিক পদার্থ সর্বদা সমসত্ত্ব হইয়া থাকে।

কিছু জল লইয়া উহার যে কোন অংশ বিশ্লেষণ করিলেই দেখা যাইবে যে উহাতে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন ও 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন আছে। কোথাও ইহার ব্যতিক্রম নাই।

(৬) মিশ্র পদার্থের গলনাংক (হিমাংক) বা স্ফুটনাংকের কোন স্থিরতা নাই। উহা উপাদানের অনুপাতের উপর নির্ভরশীল।

(৬) যৌগিক পদার্থের গলনাংক (হিমাংক) বা স্ফুটনাংক সর্বদাই স্থির।

বিশুদ্ধ জল সাধারণ অবস্থায় 100°C তাপমাত্রায় ফোটে। কিন্তু অশুদ্ধ জল ঐ তাপমাত্রায় ফোটে না। লবণ-জল 0°C তাপমাত্রায় জমে না; প্রায়—−20°C এ জমে। অন্য পদার্থ মিশ্রিত থাকিলে জল কখনই 0°C তাপমাত্রায় জমিবে না।

দ্রবণের যৌগিক বিশেষত্ব :—

দ্রবণ মিশ্র পদার্থ; কিন্তু দ্রবণের কতকগুলি যৌগিক বিশেষত্ব আছে :

(১) দ্রবণে উপাদানগুলি সমসত্ত্বভাবে মিশিয়া থাকে। এক গ্লাস সরবতের প্রতি ফোঁটাই সমান মিষ্ট।

(২) দ্রবণ তৈয়ারী করার সময়ে অনেক সময়ে তাপের আবির্ভাব ও তিরোভাব ঘটিয়া থাকে।

(৩) মিশ্রণ তৈয়ারী করিতে হইলে উপাদানগুলি সাধারণতঃ যে কোন অনুপাতে লইলেই চলে। কিন্তু বিশেষ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত (saturated)

দ্রবণ তৈয়ারী করিতে হইলে উপাদানগুলির অনুপাত নির্দিষ্ট থাকে। 100°C তাপমাত্রায় 100 গ্রাম জল সর্বাধিক 39 গ্রাম লবণকে দ্রবীভূত করিতে পারে। ইহার কম পরিমাণ লবণ হইলে ক্ষতি নাই ; কিন্তু বেশী পরিমাণ লবণ দ্রবীভূত হইবে না।

(৪) সম্পৃক্ত দ্রবণের গলনাংক ও স্ফুটনাংক নির্দিষ্ট।

সম্পৃক্ত লবণ-জল দ্রবণের হিমাংক −20°C।

এইগুলি দ্রবণের যৌগিক বিশেষত্ব। কিন্তু দ্রবণে কোন নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় না। উপাদানগুলির ধর্মও পৃথকভাবে বিদ্যমান থাকে ; এবং ইহাদিগকে পাতন, কেলাসন প্রভৃতি সহজ পদ্ধতিতে পৃথক করা সম্ভব। সুতরাং এতগুলি যৌগিক বিশেষত্ব থাকা সত্ত্বেও ইহারা মিশ্র পদার্থ।

কয়েকটি মিশ্র পদার্থের উদাহরণ ঃ

মিশ্র পদার্থ নানা প্রকারের হইতে পারে। রাসায়নিক বিক্রিয়া না ঘটাইয়া মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ বিভিন্ন প্রকারে মিশ্রিত করিয়া মিশ্র পদার্থ তৈয়ারী করা যায়। এই সকল পদার্থ মৌল বা যৌগ অথবা কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়—যে কোন অবস্থায় থাকিতে পারে। কঠিন ধাতুর মিশ্রণকে ধাতু-সংকর (alloy) বলা হইয়া থাকে। যেমন—পিতল, কাঁসা, ব্রোঞ্জ ইত্যাদি। মৌলিক-গ্যাস মিশ্রণের উদাহরণ হইল বায়ু। ইহা প্রধানতঃ অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন লইয়া গঠিত। যৌগিক তরলের মিশ্রণ হইল দুগ্ধ। ইহা স্নেহ পদার্থ ও জল লইয়া গঠিত। সমুদ্রজল (জল + লবণ) তরল ও কঠিনের মিশ্রণ।

প্রেসের কালি হইল মৌল ও যৌগের মিশ্রণ। ইহা কার্বন ও গঁদ লইয়া গঠিত। সরবৎ, তুঁতের দ্রবণ ইত্যাদি হইল কঠিন ও তরলের মিশ্রণ। যে কোন লঘু (dilute) অ্যাসিড (অ্যাসিড + জল), মেথিলেটেড্ স্পিরিট (মিথাইল অ্যালকোহল + ঈথাইল অ্যালকোহল) ইত্যাদি তরল পদার্থের মিশ্রণ। কুয়াশা (জল-কণা + বায়ু) হইল তরল ও গ্যাসের মিশ্রণ। ধোঁয়া হইল কঠিন ও গ্যাসের মিশ্রণ। কঠিন, তরল ও গ্যাসের মিশ্রণ হইল লিমোনেড্। ইহা চিনি, জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড লইয়া গঠিত

এইভাবে অসংখ্য মিশ্র পদার্থের উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে।

Questions to be Discussed

1. Distinguish between mechanical mixture and chemical compound. Give illustrations.

2. Show that formation of a chemical compound is always associated with a chemical change.

8. Prove that iron powder and sulphur when heated together form a compound.

4. What is a solution? Discuss solutions as mixtures.

5. (a) What is 'matter'? How can it be classified?

   (b) Define ;—elements, mixtures and compounds. Give examples. How do they differ from one another?

৫

মৌলিক পদার্থ

আবিষ্কারের ইতিকথা ঃ প্রথম পরিচ্ছেদে আলোচনা করা হইয়াছে যে কিভাবে মিশরে প্রথমে কিমিয়ার বিকাশ হইয়াছিল, আরবগণ অতঃপর আল-কেমীর মাধ্যমে কিভাবে প্রকৃত রসায়নের উন্নতি সাধন করিয়াছিল, এবং ভারতবর্ষে কি ভাবে আয়ুর্বেদ ও তান্ত্রিক রসায়নের মাধ্যমে রসায়ন চর্চা আরম্ভ হইয়াছিল। পুরাকালে কিমিয়াবিদ্‌গণের ধারণা ছিল যে জগতের সকল বস্তু মাটি, জল, বায়ু ও অগ্নি এই চারিটি মূল পদার্থ দ্বারা সৃষ্ট হইয়াছে। ভারতীয় রসায়নীগণ ইহার সহিত 'ব্যোম' (আকাশ) কথাটি যোগ করেন। তাঁহাদের ধারণায় ক্ষিতি (মাটি), অপ (জল), তেজ (অগ্নি), মরুৎ (বায়ু) ও ব্যোম এই পাঁচটি মৌলিক পদার্থ ছিল। এই পাঁচটিকে তাঁহারা 'পঞ্চভূত' বলিতেন। যাবতীয় কঠিন পদার্থের (লৌহ, তাম্র, স্বর্ণ প্রভৃতি) মূলে ক্ষিতি, তরল পদার্থের মূলে অপ, গ্যাসীয় পদার্থের মূলে মরুৎ--এই তাঁহারা মনে করিতেন।

সপ্তদশ শতাব্দীতে জার্মান রসায়নী **ষ্ট্যাহল্‌** আর একটি মৌলিক পদার্থের যোজনা করেন। তিনি দেখিলেন যে তৈল, কয়লা, স্পিরিট ইত্যাদি স্বর্ণ, লৌহ, তাম্র প্রভৃতি অপেক্ষা বেশী দাহ্য। স্পিরিট জ্বালাইলে কিছুই অবশিষ্ট থাকে না। কাঠ, কয়লা ইত্যাদি জ্বালাইলে সামান্য পরিমাণ ভস্ম অবশিষ্ট থাকে। আবার লৌহ, তাম্র প্রভৃতি ধাতু পোড়াইলে ধাতু-ভস্ম অবশিষ্ট থাকে। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই এই অবশেষ আর শেষ পর্যন্ত দাহ্য থাকে না। এই সব পরীক্ষার ফলে ষ্ট্যাহল্‌ বলিলেন যে, পদার্থের মধ্যে অগ্নি উৎপাদক একটি বস্তু আছে, যাহার নাম তিনি দিলেন **'ফ্লোজিষ্টন'**।

তাঁহার মতে, যতক্ষণ পদার্থে ফ্লোজিষ্টন থাকিবে ততক্ষণ উহা দাহ্য থাকিবে। যে পদার্থ যত বেশী দাহ্য, সেই পদার্থে তত বেশী ফ্লোজিষ্টন আছে। পদার্থের দহন হইতে হইতে যখন ফ্লোজিষ্টন শেষ হইয়া যায়, তখন উহার আর দহন হয় না।

তাঁহার মতে--ধাতুভস্ম + ফ্লোজিষ্টন = ধাতু

অর্থাৎ ধাতু − ফ্লোজিষ্টন = ধাতুভস্ম

অথবা, পদার্থভস্ম + ফ্লোজিষ্টন = পদার্থ

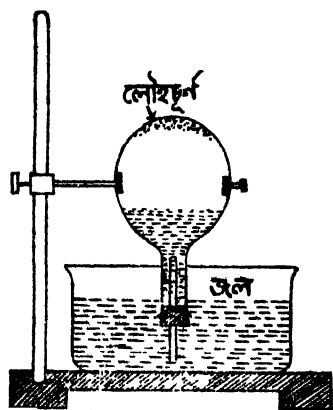
অর্থাৎ পদার্থ − ফ্লোজিষ্টন = পদার্থভস্ম

ষ্ট্যাহলের ফ্লোজিষ্টন-তত্ত্ব গ্রহণে অসুবিধা আছে। এই তত্ত্বানুসারে ধাতু ভস্মের ওজন সর্বক্ষেত্রেই ধাতু অপেক্ষা কম হওয়া উচিৎ, কেননা উহা ফ্লোজিষ্টন-বিহীন হইয়াছে। কিন্তু আসলে উহা হয় না। ধাতু ভস্মের ওজন ধাতু অপেক্ষা বেশীই হয়। ফ্লোজিষ্টন তত্ত্বকে চরম আঘাত করেন বিশ্ববিখ্যাত ফরাসী রসায়নী **ল্যাভয়সিয়ার**।

ফ্লোজিষ্টন-তত্ত্ব রসায়ন-জগতে এক আলোড়নের বিষয় হইয়া দাঁড়াইয়াছিল। প্রায় ১৫০ বৎসর রসায়নীগণ ইহার চিন্তা হইতে নিজদিগকে মুক্ত করিতে পারেন নাই।

সেই যুগেই সুইডিশ বিজ্ঞানী **শিলী**, ইংরাজ বিজ্ঞানী **প্রিষ্টলে** ও **ক্যাভেনডিশ** এবং ফরাসী বিজ্ঞানী **ল্যাভয়সিয়ারের** প্রচেষ্টায় রসায়ন-বিজ্ঞানের দ্রুত এবং অভূতপূর্ব উন্নতি হয়। রসায়নীগণ তদানীন্তন কালীন মৌলিক পদার্থ লইয়া গবেষণা করিতে সুরু করেন। প্রথমতঃ বায়ুর (মরুৎ) কথাই ধরা যাক। শিলী, প্রিষ্টলে ও ল্যাভয়সিয়ার এই পদার্থ লইয়া গবেষণা করেন এবং ইহার মৌলিকত্ব খণ্ডন করেন।

শিলী বায়ুপূর্ণ ফ্লাস্কে কয়েক টুকরা লৌহ ভরিয়া জলের উপর রাখিয়া দেন এবং কিছু দিন পরে লক্ষ্য করেন যে ফ্লাস্কের $\frac{1}{5}$ অংশ জল অধিকার করিয়াছে।

এই $\frac{1}{5}$ অংশের বায়ু গেল কোথায়? তিনি ঐ ফ্লাস্কে নানা প্রকার ধাতু পোড়াইয়া ঐ একই জিনিষ লক্ষ্য করেন। ফ্লাস্কের অবশিষ্ট বায়ুতে মোমবাতি জলে না; শ্বাস-প্রশ্বাস নেওয়া যায় না বা কীট পতঙ্গ বাঁচিতে পারে না। বিভিন্ন ধাতু-ভস্ম পোড়াইয়া তিনি একপ্রকার গ্যাস উদ্ধার করেন। এই গ্যাসে কিন্তু বাতি প্রদীপ্ত হয়, কীট-পতঙ্গ বাঁচে শ্বাস এবং প্রশ্বাসও সহজতর হয়। এই বায়ু এবং পূর্ববর্তী বায়ু মিশাইয়া তিনি আবার স্বাভাবিক বায়ু তৈয়ারী করেন। এইবার তিনি উপসংহারে আসেন যে বায়ুতে দুইটি পদার্থ আছে। উহার একটির নাম দেন অগ্নি-বায়ু (যাহা জলিতে সাহায্য করে) এবং অপরটির নাম অপ-বায়ু।

শিলীর বায়ু-গবেষণা

সুতরাং, বায়ু = অগ্নি-বায়ু + অপ-বায়ু।

প্রিষ্টলেও অনুরূপভাবে পারদ-ভস্ম উত্তপ্ত করিয়া একটি গ্যাস উদ্ধার করেন। যাহাতে মোমবাতির আলোক প্রদীপ্ত হয় এবং শ্বাস-প্রশ্বাস সহজতর হয়। তিনি এই গ্যাসটির নাম দিলেন ফ্লোজিষ্টন বিহীন বায়ু, কেননা ইহাতে ফ্লোজিষ্টন নাই বলিয়া ইহা দাহ্য-পদার্থকে জ্বলিতে সাহায্য করিয়া নিজে সেই ফ্লোজিষ্টন গ্রহণ করে। ল্যাভয়সিয়ারও পারদভস্ম হইতে এই গ্যাস সংগ্রহ করেন, এবং ইহার নাম দেন অক্সিজেন। ইহাই সকল পদার্থকে দহনে সাহায্য করে এবং ইহা একটি মৌলিক পদার্থ। অপর বায়ুর নাম **'অ্যাজোট'**, কারণ ইহা নিষ্ক্রিয়, ইহাকে আমরা নাইট্রোজেন বলিয়া জানি।

[ল্যাভয়সিয়ারের পরীক্ষার বিশদ বিবরণ পরবর্তী পরিচ্ছেদে দেওয়া হইবে]

এইভাবে বায়ুর (মরুৎ) মৌলিকত্ব খণ্ডিত হইয়া গেল ; এবং ইহা হইতে আবিষ্কৃত হইল দুইটি প্রকৃত মৌল—অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন।

এইবার জলের (অপ) কথা বলা যাক। জল লইয়া ক্যাভেনডিশ বিশেষ গবেষণা করেন। ইতিপূর্বে রবার্ট রয়েল কর্তৃক এক 'ফ্লোজিষ্টন-পূর্ণ প্রজ্জ্বলন গ্যাস' আবিষ্কৃত হইয়াছিল, যাহাকে আমরা হাইড্রোজেন বলিয়া থাকি। ক্যাভেনডিশ বদ্ধ কাঁচের আধারে প্রজ্জ্বলন গ্যাস (হাইড্রোজেন) ও অক্সিজেন গ্যাস ভরিয়া তড়িৎ-মোক্ষণ দ্বারা জল তৈয়ারী করেন। জলের মৌলিকত্বও এইভাবে খণ্ডিত হয়। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন সহযোগে যে ইহা সৃষ্ট, তাহা প্রমাণিত হইল।

ল্যাভয়সিঁয়ার অগ্নির (তেজ) মৌলিকত্ব খণ্ডন করেন। অঙ্গার বা কার্বনের সহিত অক্সিজেনের মিলনের ফলে যে অগ্নির সৃষ্টি, তাহা ল্যাভয়সিয়ার প্রমাণ করেন।

আবার, মাটিও (ক্ষিতি) যে বহুবিধ মৌলিক পদার্থ, যথা—লৌহ, সীসা, তাম্র, দস্তা ইত্যাদি বহুপ্রকার মৌলিক পদার্থ লইয়া গঠিত, তাহাও প্রমাণিত হইল।

অতএব মৌলিকপদার্থ সম্বন্ধে রসায়নীদের ধারণা সম্পূর্ণ পরিবর্তিত হইল। রসায়ন-বিজ্ঞান তাহার শৈশব অতিক্রম করিল।

স্বর্ণ, রৌপ্য, নিকেল, পারদ, সীসা, দস্তা, টিন, কোবল্ট প্রভৃতি ধাতু এবং কার্বন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন প্রভৃতি যে মৌলিক-পদার্থ, তাহা এই সময়েই প্রমাণিত হইল। মৌলিক পদার্থ আবিষ্কারের ব্যাপারে ল্যাভয়সিয়ার চিরস্মরণীয়। মৌলিক পদার্থের অনেকগুলিই তিনি আবিষ্কার করেন।

ঊনবিংশ ও বিংশ শতাব্দীতে রসায়ন-বিজ্ঞানের আরও উন্নতি সাধিত হয়। বৃটিশ বিজ্ঞানী ডেভি সোডিয়াম, পটাসিয়াম, আইয়োডিন প্রভৃতি; জার্মান বিজ্ঞানী বুনসেন ও কারশফ ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, ষ্ট্রনশিয়াম, বেরিয়াম প্রভৃতি; বৃটিশ বিজ্ঞানী র‍্যামজে নিষ্ক্রিয়গ্যাস; যথা—হিলিয়াম, আর্গন, ক্রিপটন, জেনন, নিয়ন ইত্যাদি, ও ম্যাডাম কুরী আবিষ্কার করেন রেডিও-অ্যাক্টিভ (তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকীরণকারী) পোলোনিয়াম এবং তাঁহার স্বামী পিয়েরে কুরীর সহযোগীতায় রেডিয়াম। রেডিয়াম আবিষ্কারের পর নূতন যুগের সূচনা হয়। অধুনা ইউরেনিয়ামেওর মৌলিক পদার্থগুলি (Trans-uranium elements) আবিষ্কৃত হইয়াছে। বর্তমানে দুইটি ব্যতীত অন্যান্য সকল মৌলই আবিষ্কৃত হইয়াছে।

মৌলের সাংকেতিক চিহ্ন বা প্রতীক (Symbol):

প্রাচীনকালে মৌলের প্রতীক ভিন্ন ভাবে লেখা হইত। গ্রহ-নক্ষত্র যেমন মানুষের ভাগ্য নিয়ন্ত্রণ করে, ধাতুও সেইরূপ মানুষের স্বাস্থ্য ও আয়ুষ্কাল নিয়ন্ত্রণ করে—এই ছিল প্রাচীন ধারণা। সুতরাং কিমিয়াবিদ্‌গণ ধাতুর সহিত গ্রহ-নক্ষত্রের সাদৃশ্য দেখিয়া প্রতীক ব্যবহার করিতেন। এক একটি ধাতুকে এক একটি গ্রহের উদ্দেশ্যে তাঁহারা উৎসর্গ করিয়াছিলেন। সূর্যের ধাতু ছিল স্বর্ণ, সুতরাং স্বর্ণের প্রতীক সূর্যের মত, রৌপ্য চন্দ্রের, সুতরাং রৌপ্যের প্রতীক চন্দ্রের মত। এই-ভাবে বিভিন্ন ধাতুর প্রতীক ব্যবহার করা হইত।

মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রেও তাঁহারা বিভিন্ন প্রতীক ব্যবহার করিতেন। বর্তমানে প্রতীকীকরণের পদ্ধতি অনেক উন্নত হইয়াছে। মৌলের প্রতীক হিসাবে আজকাল আন্তর্জাতিক প্রতীক ব্যবহার করাই বিধি। সমস্ত পৃথিবী ধরিয়াই আজ চলিয়াছে অক্লান্ত গবেষণা। একদেশের গবেষণা অন্যদেশে সাহায্য করিতে পারে, এইজন্য এই আন্তর্জাতিক প্রতীকগুলি গ্রহণ করা

হইয়াছে। সর্বশুদ্ধ মৌলিকপদার্থের সংখ্যা ৯২ (ইহা ছাড়া অবশ্য কয়েকটি ইউরেনিয়ামেওর মৌলিক পদার্থ আছে, ইহা পূর্বেই বলা হইয়াছে)।

প্রতীকীকরণ-বিধি

(১) মৌলের আদ্যক্ষরই সাধারণতঃ উহার প্রতীক হইয়া থাকে। যেমন 'Hydrogen', 'Oxygen', 'Nitrogen' ইত্যাদির আদ্যক্ষর যথাক্রমে 'H', 'O', এবং 'N', অতএব ঐ সকল মৌলের উহারাই হইল প্রতীক।

(২) কিন্তু অনেক সময়ে কয়েকটি বিভিন্ন মৌলের আদ্যক্ষর একই হয়। উদাহরণ স্বরূপ 'Boron', 'Bromine', 'Barium,' 'Bismuth' ও 'Beryllium' ধরা যাইতে পারে। সকলেরই আদ্যক্ষর 'B', সকলেরই কি প্রতীক 'B' হইবে? উত্তর স্বাভাবিক ভাবেই হইবে 'না'। এই সকল ক্ষেত্রে 'Boron' ব্যতীত অন্যান্য সকলের ক্ষেত্রে আদ্যক্ষর Bএর সহিত অপর একটি অক্ষর বসাইয়া প্রতীকীকরণ করিতে হইবে। 'Boron' এর জন্য B, 'Bromine এর জন্য Br, Barium এর জন্য Ba, Bismuth এর জন্য Bi এবং Beryllium এর জন্য Be বসিবে।

(৩) আবার অনেক ক্ষেত্রে মৌলের ল্যাটিন নামের ভিত্তিতে প্রতীকীকরণ করা হইয়া থাকে। যেমন :—

মৌল	ল্যাটিন নাম	প্রতীক	মৌল	ল্যাটিন নাম	প্রতীক
স্বর্ণ	Aurum	Au	সোডিয়াম	Natrum	Na
রৌপ্য	Argentinum	Ag	পটাসিয়াম	Kalium	K
লৌহ	Ferrum	Fe	তাম্র	Cuprum	cu
পারদ	Hydrargyum	Hg	সীসক	Plumbun	Pb

এই তিন প্রকারে মৌলের প্রতীকীকরণ করার ফলে এক মৌলের সহিত অপর মৌলের গোলমাল হইবার সম্ভাবনা নাই; উপরন্তু পূর্বাপেক্ষা ইহা বোঝা বা লেখা অনেক সহজ হইয়া গিয়াছে।

কয়েকটি মৌলের প্রতীক :

মৌল	প্রতীক	মৌল	প্রতীক
এলুমিনিয়াম	Al	নাইট্রোজেন	N
অ্যান্টিমনি	Sb	অক্সিজেন	O
আর্গণ	A	প্লাটিনাম	Pt

মৌল		প্রতীক	মৌল		প্রতীক
আর্সেনিক	....	As	ফসফোরাস	....	P
বেরিয়াম	....	Ba	গন্ধক	....	S
বোরোণ	....	B	টিন	....	Sn
ব্রোমিণ	....	Br	দস্তা	....	Zn
ক্যালসিয়াম	....	Ca	সিলিকন	....	Si
কার্বণ	....	C	রেডিয়াম	....	Ra
ক্লোরিণ	.. ..	Cl	ইউরেনিয়াম	....	U
তাম্র	....	Cu	স্বর্ণ	....	Au
রৌপ্য	....	Ag	পারদ	....	Hg
সোডিয়াম	....	Na	পটাসিয়াম	....	K
হাইড্রোজেন	....	H	হিলিয়াম	...	He
আইয়োডিন	....	I	লৌহ	...	Fe
সীসা	....	Pb	ম্যাগনেসিয়াম		Mg
ম্যাঙ্গানীজ	....	Mn	নীয়ন	..	Ne
নিকেল	....	Ni			

ধাতু, অধাতু ও ধাতুকল্প (**Metal, Non-metal and Metalloid**): মৌলগুলিকে রাসায়নিক ও ভৌত ধর্মানুসারে প্রধানতঃ দুইটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে। এক শ্রেণীর নাম **ধাতু** এবং অপর শ্রেণীর নাম **অ-ধাতু**। ইহাদের মাঝামাঝি ধর্মবিশিষ্ট মৌলকে বলা হইয়া থাকে **ধাতুকল্প**।

ধাতু	অ-ধাতু
(১) ইহারা কঠিন ও উজ্জ্বল এবং আলোক প্রতিফলনে সক্ষম।	(১) ইহারা কঠিন বা গ্যাসীয় হয়। ইহারা উজ্জ্বল নহে এবং আলোক প্রতিফলনে অক্ষম।
[ব্যতিক্রম :—পারদ ধাতু হইলেও তরল].	[ব্যতিক্রম : ব্রোমিন তরল পদার্থ। আইয়োডিন, গ্রাফাইট ও হীরক (কার্বন) উজ্জ্বল পদার্থ। হীরক আলোক প্রতিফলন করে

(২) ইহারা উত্তম তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী (good conductors)

[ব্যতিক্রম :—পারদ অধম তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী]

(২) ইহারা অধম তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী (bad conductors)।

[ব্যতিক্রম :—গ্রাফাইট উত্তম বিদ্যুৎ-পরিবাহী]

(৩) ইহারা সাধারণতঃ তড়িৎ-ধনাত্মক।

(৩) ইহারা সাধারণতঃ তড়িৎ-ঋণাত্মক

[ব্যতিক্রম :—হাইড্রোজেন, কার্বন ইত্যাদি]

(৪) ইহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific gravity) 1 হইতে বেশী।

[ব্যতিক্রম :—সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম]

(৪) ইহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব অপেক্ষাকৃত কম।

(৫) ইহারা শক্ত ও সুদৃঢ়। ইহাদের পিটাইয়া পাতলা পাত করা যায়।

পিটাইলে ধাতব শব্দ (metallic clink) হয়।

(৫) ইহারা দৃঢ়সংবদ্ধ নহে অর্থাৎ ইহাদের অণুতে অণুতে অপেক্ষাকৃত কম আকর্ষণ।

[ব্যতিক্রম :—হীরা (কার্বন)]

ইহারা ভঙ্গুর ; ইহাদের পিটাইয়া পাত করা যায় না। পিটাইলে ধাতব শব্দ হয় না।

(৬) সাধারণতঃ লঘু (dilute) অ্যাসিডে ইহারা দ্রবীভূত হয় এবং প্রায় ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

উদাহরণ :—দস্তা লঘু সালফিউরিকে দিলে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

(৬) লঘু অ্যাসিডে ইহারা সাধারণতঃ দ্রবীভূত হয় না, এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে না।

(৭) ইহারা অধিক সংখ্যায় মিলিত হইয়া জটিল যৌগ গঠন করে।

(৭) ইহারা অল্প সংখ্যায় মিলিত হইয়া সরল যৌগ গঠন করে।

(৮) ধাতব অক্সাইড বেসিক বা ক্ষারীয় হয়।

(৮) অধাতব অক্সাইড অ্যাসিডিক বা আম্লিক হয়।

(৯) ইহারা সাধারণতঃ হাইড্রোজেনের সহিত মিশিয়া যৌগ গঠন করে না। যদিও বা করে—অস্থায়ী হাইড্রাইডের সৃষ্টি করে।

(৯) ইহারা হাইড্রোজেনের সহিত স্থায়ী যৌগ গঠন করে।

ধাতু ও অধাতুর উদাহরণ

সোডিয়াম, পটাসিয়াম, লৌহ, রৌপ্য, স্বর্ণ, ক্যালসিয়াম, তাম্র, দস্তা, টিন, প্লাটিনাম, পারদ ইত্যাদি ধাতু।

হাইড্রোজেন, অক্সিজেন প্রভৃতি গ্যাসীয় মৌল, হ্যালোজেন গোষ্ঠী (ফ্লোরিণ, ক্লোরিণ, ব্রোমিন ও আইয়োডিন), কার্বন, গন্ধক, সিলিকন, ফসফোরাস ইত্যাদি অধাতু।

ধাতু-কল্প:

ধাতু ও অধাতুর মাঝামাঝি গুণ সম্পন্ন মৌলিক পদার্থকে **ধাতু-কল্প** বলা হয়। ইহাতে ধাতু ও অধাতুব কয়েকটি গুণ বতমান থাকে। অ্যান্টিমনি ও বিসমাথ এই দুইটি মৌল ভঙ্গুব, উত্তম বিদ্যুৎ ও তাপ পরিবাহী নহে, বেশী ভারীও নহে অথচ অধাতুও নহে।

ইহাদিগকে ধাতু-কল্প বলা হইয়া থাকে।

Questions to be discussed

1 Write in brief the history of the discovery of some elements

2 (a) What do you mean by 'symbols'? What are the principles of attributing symbols to different elements?

(b) Symbolise the following elements

Helium, nitrogen, sodium, iron, flourine, copper, silver, gold, mercury, potassium, barium & lithium

(c) Name the following elements:

(i) B, Ba, Be, Bi Br

(ii) C, Ca, Cd, Ce, Cs, Cl, Cr, Co

(iii) Sc, Sb, S, Si, Sr, Sn

(d) What is the utility of symbolising elements?

রসায়নাগারে অনুষ্ঠিত সাধারণ রাসায়নিক প্রক্রিয়া

রসায়নাগারে সাধারণতঃ যে সব রাসায়নিক প্রক্রিয়া অনুষ্ঠিত হয়—উহার মধ্যে কাঁচের নল বাঁকান (glass tube bending), থিতান (sedimentation) ও আস্রাবণ (decantation), পরিস্রাবণ (filtration), বাষ্পীকরণ (evaporation), পাতন (distillation), ঊর্ধ্বপাতন (sublimation) নিষ্কাশণ (extraction) এবং স্ফটিকীকরণ বা কেলাসন (crystallisation) উল্লেখযোগ্য।

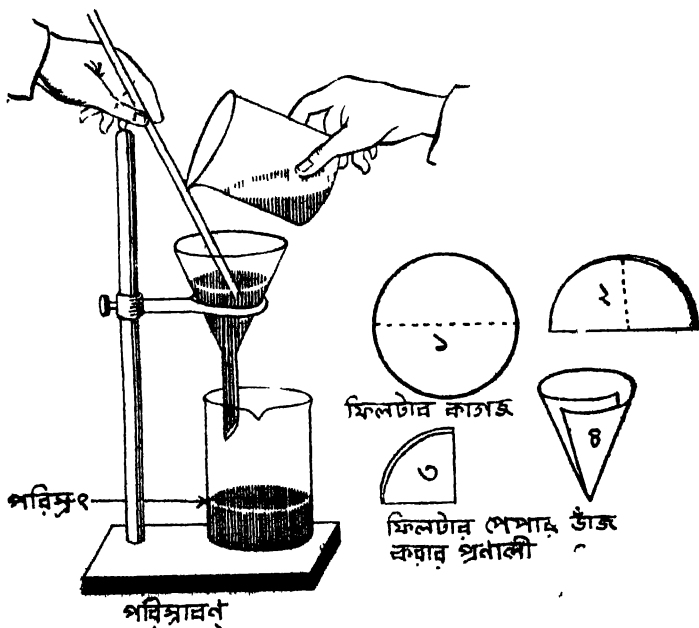
ইহাদের মধ্যে কাঁচের নল বাঁকান সম্বন্ধে পূর্বেই আলোচনা করা হইয়াছে।

অন্যান্য প্রক্রিয়াগুলির পৃথকভাবে আলোচনা করিবার পূর্বে একটি সাধারণ আলোচনা প্রয়োজন। দুই বা ততোধিক পদার্থ মিশাইলে যদি কোন রাসায়নিক পরিবর্তন (chemical change) না ঘটে, তবে একটি মিশ্র পদার্থের সৃষ্টি হয়। মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় হইতে পারে। আপাততঃ আমরা কঠিন ও তরল পদার্থের মিশ্রণের কথাই আলোচনা করিব। কঠিন পদার্থ তরলে দিলে—হয় উহা তরলে দ্রবীভূত হইয়া যাইবে, নয়ত অদ্রবীভূত অবস্থায় থাকিবে। তরলে কঠিন পদার্থ দ্রবীভূত হইলে উহা হইবে প্রকৃত দ্রবণ। কিন্তু যদি দ্রবীভূত না হয়, তাহা হইলে কি হইবে? সেই প্রসঙ্গই প্রথমে আলোচনা করা হইতেছে।

থিতান ও আস্রাবণ : পূর্বেই দেখান হইয়াছে যে জলভরা কাঁচের গ্লাসে সূক্ষ্ম ধূলিকণা বা কাদা মিশাইয়া দিলে, উহা জলে দ্রবীভূত হয় না, জল ঘোলাটে হইয়া যায় মাত্র। কাঁচের গ্লাসের এই জল যদি আলোড়িত করা হয়, তবে উহা আরও ঘোলাটে হইয়া যাইবে, কিন্তু গ্লাসটি স্থিরভাবে টেবিলের উপর রাখিয়া দিলে কাদা গ্লাসের নীচে জমিতে থাকিবে এবং উপরের জল পরিষ্কার হইবে। কাদার এইভাবে অদ্রবীভূত অবস্থায় পাত্রের নীচে পড়িয়া যাওয়াকেই বলে থিতান, অর্থাৎ অদ্রবনীয় কঠিন পদার্থ তরলাধারের তলদেশে সঞ্চিত হওয়ার নামই থিতান। কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব তরল পদার্থের

অপেক্ষা বেশী হওয়ার দরুণই ইহা হইয়া থাকে। কয়েকটি রাসায়নিক দ্রব্য এই থিতান প্রক্রিয়াকে আরও ত্বরান্বিত করে। যেমন, ফটকিরী জলমধ্যস্থিত ধূলিকণাকে তাড়াতাড়ি থিতাইয়া দেয়। আমরা, যে পরিস্রুত কলের জল পান করি উহাও প্রথমতঃ থিতান পদ্ধতিতে পরিষ্কার করিয়া লওয়া হয়। থিতাইয়া যাওয়া কঠিন পদার্থকে গাদ (sediment) বলা হয়। থিতাইয়া যাওয়ার পর উপরস্থ পরিষ্কার তরলকে সন্তর্পণে অন্য পাত্রে ঢালিয়া ফেলা হয়; এবং এই পদ্ধতিকে বলা হয় **আস্রাবণ**। এইভাবে আস্রাবণের সাহায্যে থিতাইয়া পড়া কঠিন, তরল হইতে পৃথক করা যায়।

পরিস্রাবণ : কিন্তু অনেক সময়ে কঠিন ও তরলের এইরূপ মিশ্রণে কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব যখন তরলের কাছাকাছি থাকে, তখন কঠিন

পরিস্রাবণ

পদার্থের সূক্ষ্ম কণাগুলি তরলে ভাসিতে থাকে, থিতাইয়া পড়ে না। তখন পরিস্রাবণ পদ্ধতির সাহায্যে তরল হইতে ঐ কঠিন পদার্থকে পৃথক করা হয়। পরিস্রাবণের জন্য প্রয়োজন পরিষ্কার একটি কাঁচের ফানেল, দুইটি বীকার, একটি ফিলটার কাগজ, সরু একটি কাঁচের রড (glass rod) ও একটি ফানেল স্ট্যাণ্ড।

ফানেলটি ধারকের সাহায্যে শূন্যে তুলিয়া ধরিতে হইবে। ফানেলের নীচে পরিস্রুত তরল ধরিবার জন্য থাকিবে বীকার। গোলাকার ফিল্টার কাগজটি এইবার ঠিকমত ভাঁজ করিয়া ফানেলের মধ্যে বসাইতে হইবে। উহার ভাঁজ করিবার প্রণালীও উল্লেখযোগ্য। ফিল্টার কাগজটিকে প্রথমতঃ সমান দুইভাগে ভাঁজ করিয়া উহাকে পুনরায় সমান দুইভাগে ভাঁজ করিতে হইবে, যাহাতে কাগজটি সমান চারিভাগে বিভক্ত হয়। এইবার একদিকে তিন অংশ এবং অপর দিকে এক অংশ রাখিয়া পানের দোনার মত করিয়া ফানেলের মধ্যে বসাইতে হইবে। ওয়াশ বটলে ফুঁ দিয়া অল্প পরিমাণ জল ছিটাইয়া উহার গা ভিজাইয়া দিলেই, ফানেলের গায়ে উহা সাঁটিয়া বসিবে।

এইবার পবিস্রাবণের পালা। নালা কাটা মুখবিশিষ্ট বীকার হইতে কঠিন-তরল মিশ্রণটি ধীরে ধীরে ফানেলে ঢালিতে হইবে। কিন্তু সরাসরি ফানেলে না ফেলিয়া প্রথমে উহাকে কাঁচ-দণ্ডের উপর ফেলিতে হয় এবং কাঁচ-দণ্ডের গা বাহিয়া উহা ফানেলে পড়ে। ফিল্টার কাগজের সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে (pores) তরল, ফানেলের তলস্থিত বীকারে গিয়া পড়ে। উহাই **পরিস্রুৎ** (filtrate) এবং ফিল্টার কাগজে যাহা আটকাইয়া থাকে, তাহা **কঠিন অবশেষ** (residue)। বলা বাহুল্য যে কঠিন-তরল মিশ্রণের উপাদানগুলি পৃথক করিবার পক্ষে পরিস্রাবণই অপেক্ষাকৃত কার্যকরী পন্থা।

আস্রাবণ ও পরিস্রাবণের মধ্যে প্রভেদ :

আস্রাবণ	পরিস্রাবণ
(১) তরলের মধ্যে ভাসমান কঠিন পদার্থ থিতাইয়া ফেলিয়া, উপরের পরিষ্কার তরলকে অন্য পাত্রে ঢালিয়া লওয়ার পদ্ধতিকে বলা হয় আস্রাবণ।	(১) ফিলটার কাগজ দ্বারা তরল পদার্থকে পরিস্রুত করার উপায়কে বলা হয় পরিস্রাবণ।
(২) ইহাতে প্রথম যাহা প্রয়োজন তাহা হইল থিতান। অর্থাৎ কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব তরলাপেক্ষা অনেক বেশী হইতে হইবে।	(২) ইহাতে থিতানোর প্রয়োজন নাই। কঠিন ও তরলের আপেক্ষিক গুরুত্ব সমান হইলেও কিছু যায় আসে না।
(৩) আস্রাবণ পদ্ধতিতে তরল-স্থিত সূক্ষ্ম কণা সম্পূর্ণ পৃথক করা দুরূহ।	(৩) পরিস্রাবণ পদ্ধতিতে সূক্ষ্মকণা পৃথক করা সম্ভব। [ব্যতিক্রম কলয়েডীয় কণা]
(৪) ইহা কম সময় সাপেক্ষ।	(৪) ইহাতে সময় বেশী লাগে।

দ্রুত পরিস্রাবণের জন্য রসায়নাগারে বিবিধ বন্দোবস্ত আছে।

দ্রবণঃ এইবার আলোচনা করা যাক তরলে কঠিন পদার্থ যদি দ্রবীভূত হয় তাহা হইলে কি হইবে। জলের মধ্যে যদি চিনি, নুন বা তুঁতে দেওয়া যায় অথবা কার্বন ডাই-সালফাইডে যদি গন্ধক (sulphur) মিশানো যায়, তবে কঠিন পদার্থের কোন চিহ্নই আর খুঁজিয়া পাওয়া যাইবে না। এই স্থলে কঠিন পদার্থ তরলে দ্রবীভূত হইয়া দ্রবণের সৃষ্টি করিবে। চিনির জল বা সরবতে চিনি হইল **দ্রাব** (solute); জল হইল **দ্রাবক** (solvent) এবং চিনির জল হইল **দ্রবণ** (solution)। অনুরূপ ভাবে কার্বন-ডাই সালফাইড ও গন্ধক মিশাইলে দ্রবণের সৃষ্টি হইবে, এবং সেখানে গন্ধক হইবে দ্রাব, কার্বন-ডাই-সালফাইড হইবে দ্রাবক। **যে ক্ষেত্রে জল হইল দ্রাবক, সেই ক্ষেত্রে দ্রবণকে বলা হয় জলীয় দ্রবণ।**

কোন কঠিন পদার্থ যখন তরলের মধ্যে সর্বত্র সমানুপাতে এবং অবিচ্ছিন্ন ভাবে মিশিয়া যায়, তখন দ্রবণের সৃষ্টি হয়। বিশুদ্ধ ভাবে বলিতে গেলে বলা উচিত, **দ্রবণ হইতেছে দুই বা ততোধিক পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাস) সমসত্ত্ব মিশ্রণ, যাহার উপাদানগুলির আপেক্ষিক পরিমাণ নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় নির্দিষ্ট হার অবধি বাড়ানো বা কমানো যাইতে পারে।**

1 গ্রাম চিনি দ্বারা এক গ্লাস চিনির জল তৈয়ারী করা যায়; এবং উহাতে 50 গ্রাম দিলেও চিনি দ্রবীভূত হইবে। কিন্তু চিনি ও জলের পরিমাণ যে হারেই থাকুক না কেন, সরবতের সর্বত্র সেই হারই বজায় থাকিবে। কারণ, উহা সমসত্ত্ব মিশ্রণ। প্রতিটি সরবতের ফোঁটা হইবে সমান মিষ্ট।

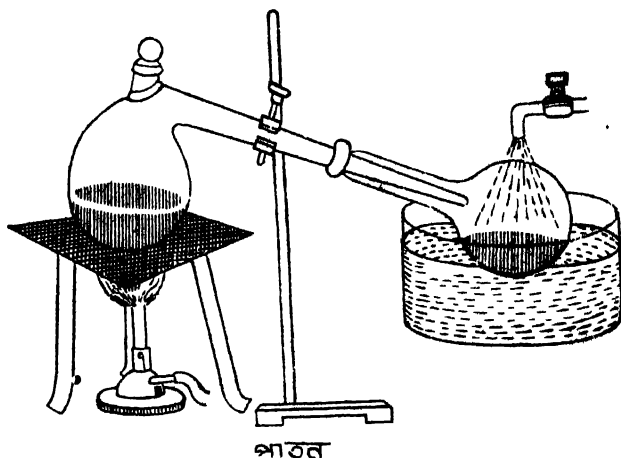
দ্রবণে কঠিন পদার্থ তরলের মধ্যে এইরূপ অবিচ্ছিন্নভাবে মিশিয়া যায় যে, আস্রাবণ বা পরিস্রাবণ পদ্ধতির দ্বারা উহাদের আর পৃথক করা যায় না।

এইরূপ অবস্থায় দুইটি পদ্ধতি প্রযোজ্য—প্রথমটি হইল বাষ্পীকরণ এবং দ্বিতীয়টি হইল পাতন। **বাষ্পীকরণ পদ্ধতিতে** তরল পদার্থকে উত্তাপ দিয়া বাষ্পায়িত করা হয়। বাষ্পায়িত তরল ক্রমে নিঃশেষ হইয়া যায়; পাত্রে পড়িয়া থাকে শুধু কঠিন পদার্থ। কোন কোন পদার্থ আবার উত্তাপ ব্যতিরেকেই বাষ্পায়িত হয়। ইহাদের বলা হয় **উদ্বায়ী পদার্থ** (volatile); যথা—অ্যালকোহল, কার্বন-ডাই-সালফাইড ইত্যাদি।

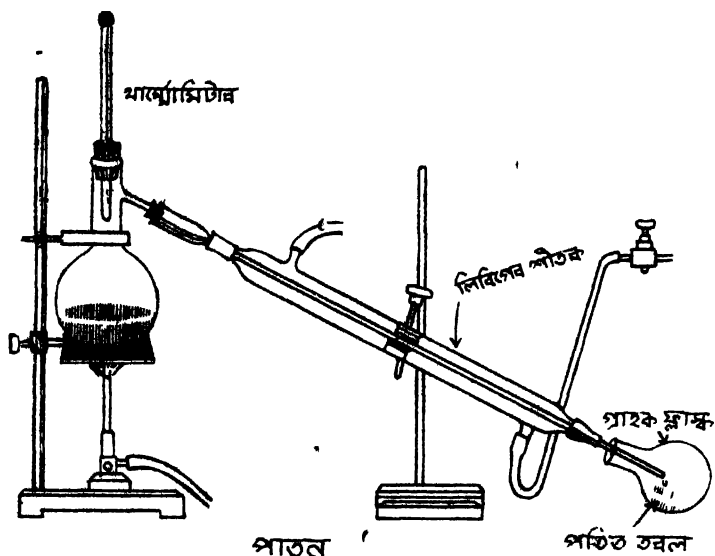
পাতন ঃ—জল বা যে-কোন তরলকে প্রথমে বাষ্পে পরিণত করিয়া সেই বাষ্পকে শীতলতার স্পর্শে পুনরায় তরলে পরিণত করার প্রণালীকে বলা হয় **পাতন।**

উত্তাপের সাহায্যে তরলকে যথারীতি বাষ্পায়িত করা হয়; এবং উহাকে পাত্র-সংলগ্ন নল দ্বারা অন্য একটি পাত্রে পরিচালিত করা হয়। এই পাত্রটি শীতল রাখার যথোপযুক্ত ব্যবস্থা অবলম্বন করা হয়; এবং পাত্রের শীতল গাত্রের সংস্পর্শে আসিয়া উহা আবার ঘনীভূত হইয়া পাত্রে জমা হয়। উহাকে বলা হয় পাতিত **তরল** (distillate)। অশুদ্ধ জলকে এইভাবে পাতিত করিলে পাতিত জল (Distilled water) পাওয়া যায়। পাতিত জল বিশুদ্ধ এবং ঔষধ তৈয়ারী প্রভৃতি কার্যে ব্যবহৃত হয়।

পাতন পদ্ধতিঃ—পাতনের কাজে সাধারণতঃ বকযন্ত্র ব্যবহৃত হয়। বকযন্ত্রটি ধারকের সাহায্যে তারজালের উপর বসাইতে হয়; ভিতরে লওয়া হয়

পাতন

দ্রবণটি। বকযন্ত্রের লম্বা নলটি একটি গোল-তলবিশিষ্ট ফ্লাস্কের ভিতর ঢুকাইয়া দিতে হয়। ইহাকে বলা হয় **গ্রাহক** (receiver)। এই গ্রাহকটি শীতল রাখার বন্দোবস্ত করিতে হয়। জলপূর্ণ দ্রোণীর মধ্যে ইহাকে বসাইলে ইহা শীতল থাকে। ইহাকে জলপূর্ণ দ্রোণীতে বসাইয়া ইহার উপর শীতল জলের ধারা দিতে হয়। বকযন্ত্রে দ্রবণের তরল দ্রাবক বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত হইয়া বাষ্পায়িত হয়; এবং ঐ বাষ্প বকযন্ত্রের গলা বাহিয়া শীতল ফ্লাস্কে আসিয়া ঘনীভূত হয়। ফ্লাস্কের শীতলতার সংস্পর্শে উহা আবার তরলে পরিণত হয়। এই ভাবে পাতন-পদ্ধতির সাহায্যে শেষে দেখা যাইবে যে বকযন্ত্রে পড়িয়া আছে শুধু শুষ্ক কঠিন পদার্থ এবং গ্রাহকে আসিয়া জমিয়াছে দ্রবণের দ্রাবক তরল।

হিমকার (Condenser) পদ্ধতি :—গ্রাহককে শীতল রাখিবার পূর্ব-পৃষ্ঠায় উল্লিখিত ব্যবস্থায় কথঞ্চিৎ অসুবিধা আছে। এই অসুবিধা দূরীকরণার্থে বিজ্ঞানী লাইবিগ একপ্রকার হিমকার আবিষ্কার করেন। এই যন্ত্রটি কাঁচের জ্যাকেট দ্বারা আবৃত একটি নল।

পাতন

এই জ্যাকেটের উপরিভাগে এবং নিম্নভাগে দুইটি ছোট-নল সংযুক্ত। ইহাতে লাগান থাকে দুইটি রবার নল। নিম্নদেশের রবার নলের সঙ্গে যোগ থাকে জলের কলের। শীতল জল এই নল দিয়া জ্যাকেটে প্রবেশ করিয়া জ্যাকেটের ভিতর অবস্থিত কাঁচনলকে শীতল রাখে কিন্তু তপ্ত বাষ্পবাহী নলকে শীতল করিতে গিয়া উহা নিজেই কিঞ্চিৎ উত্তপ্ত হয় এবং উত্তপ্ত হইয়া জ্যাকেটের উপরিভাগে অবস্থিত রবার নল দ্বারা বাহির হইয়া যায়।

লাইবিগের হিমকারের সাহায্যে ডিষ্টিলেশন-ফ্লাস্ক দ্বারা পাতন ক্রিয়া সম্পাদিত হয়। গ্রাহক ফ্লাস্কটি যে কোন প্রকারের হইতে পারে।

বাষ্পীকরণ ও পাতনের তুলনা :—

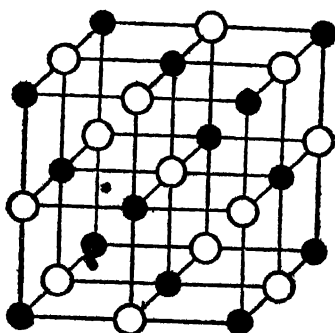
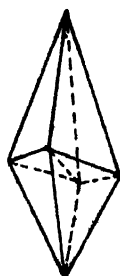
বাষ্পীকরণ	পাতন
(১) ইহাতে দ্রাবক তরলকে বাষ্পায়িত করা হয়, কিন্তু উহাকে ফিরিয়া পাইবার ব্যবস্থা নাই।	(১) ইহাতে দ্রাবক তরলকে বাষ্পায়িত করা হয় বটে ; তবে উহাকে ফিরিয়া পাইবার ব্যবস্থা আছে।

বাষ্পীকরণ	পাতন
(২) ইহাতে দ্রবণ হইতে কেবল মাত্র দ্রাব বা কঠিন পদার্থ পাওয়া যায়।	(২) ইহাতে দ্রবণের দ্রাব (কঠিন পদার্থ) এবং দ্রাবক (তরল) উভয়ই পাওয়া যায়।
(৩) ইহাতে খোলা পাত্র ব্যবহার করা চলে।	(৩) ইহার জন্য বিশেষ ধরনের পাত্র ব্যবহার করা হয়, যাহাতে তরলকে বাষ্পীকরণ ও সঙ্গে সঙ্গে উহার ঘনীভবন সম্ভব হয়।

মোট কথা পাতন, বাষ্পীকরণ অপেক্ষা জটিলতর পদ্ধতি। কেননা, পাতনে দ্রবণের দ্রাব এবং দ্রাবক উভয়ই পাওয়া যায়।

স্ফটিকীকরণ বা কেলাসন :—

আমরা দেখিয়াছি যে জলে নানাবিধ কঠিন পদার্থ দ্রবীভূত হয়। ঘন চিনির জলকে যদি আমরা উত্তপ্ত করি, তবে চিনির রস হইবে। উহাকে আরও উত্তপ্ত করিলে ঘন চিনির রস হইবে। উহাকে অতঃপর শীতল করিয়া দ্রবণে একটি সুতা ঝুলাইয়া দিলে মিছরীর দানা পৃথক হইয়া যাইবে। মিছরীর দানার আকার কিন্তু চিনির মত নহে।

এইভাবে প্রাপ্ত মিছরীর দানাকে বলা হয় **স্ফটিক বা কেলাস (Crystal)** এবং দানাদার আকৃতিকে বলা হয় **স্ফটিকাকার বা ক্রিস্টালাইন**

অন্যান্য কেলাসের গঠন

(Crystalline)। জলীয় দ্রবণ হইতে এই ভাবে বহু কঠিন পদার্থকে স্ফটিকাকার অবস্থায় পাওয়া যায়; যথা লবণ, চিনি, তুঁতে, নিশাদল,

ফটকিরী প্রভৃতি। এক এক প্রকার স্ফটিকের এক এক প্রকার জ্যামিতিক আকার আছে। কিন্তু নির্দিষ্ট কোন পদার্থের স্ফটিক সদৃশাকৃতি। যেমন লবণ-স্ফটিকের আছে ছয়টি সমতল আর ফটকিরীর আছে আটটি। বিভিন্ন ধরনের স্ফটিকের বিভিন্ন আকৃতি। অনেক পদার্থ আবার বিশেষ ধরনের কোন আকারে সব সময়ে পাওয়া যায় না। ইহাদিগকে বলা হয় **অনির্য়তাকার বস্তু** (amorphous)।

স্ফটিকীকরণ বা কেলাসন পদ্ধতি :—সাধারণতঃ স্ফটিকীকবণের সর্বাপেক্ষা বেশী প্রয়োজন বাষ্পীকরণ (evaporation)। রসায়নাগারে ধীর, দ্রুত এবং অল্প-দ্রুত পদ্ধতিতে কেলাসন কবা হইয়া থাকে।

(ক) **ধীর পদ্ধতি** :—সম্পৃক্ত দ্রবণকে উন্মুক্ত অবস্থায় রাখিতে হয়। ধীরে ধীরে ঘরের তাপমাত্রায় বাতাসের সাহায্যে দ্রাবক-তরলের বাষ্পায়ন হয়। তরল নিঃশেষ হইয়া গেলে পড়িয়া থাকে বড বড স্ফটিকদানা। কিন্তু ইহা অতি সময় সাপেক্ষ।

(খ) **অল্প-দ্রুত পদ্ধতি** :—ওয়াটার বাথে দ্রবণের তরলকে বাষ্পায়িত করা হইয়া থাকে। অতঃপর উহাকে শীতল কবিলে বেশ বডই (পূর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র) দানা পাওয়া যায়।

(গ) **দ্রুত পদ্ধতি** :—এই পদ্ধতিতে দ্রবণকে বুনসেন বার্নারেব সাহায্যে ঘন করা হয়। যখন উহা বেশ ঘন হইয়া আসে, তখন উত্তপ্তাবস্থাতেই তাড়াতাড়ি দ্রবণের পাত্রটিকে জল ভরা দ্রোণীতে ভাসাইয়া দিতে হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে কাঁচের রড্ দ্বারা দ্রবণ ঘুঁটাইয়া দিতে হয়। কিছুক্ষণ পরে দ্রাবের ছোট ছোট স্ফটিক-দানা দেখা যায়।

স্ফটিক বাহির হইয়া যাইবার পর যে তবল পাত্রে পড়িয়া থাকে, তাহাকে বলা হয় মাদার লিক্যর্ (mother liquor)

কেলাসনের সাহায্যে কঠিন পদার্থ বিশুদ্ধ করা যায়। উহাকে পুনরায় কেলাসিত করিলে, বিশুদ্ধতর অবস্থায় উহাকে পাওয়া যায়।

আংশিক কেলাসন (fractional crystallisation) :—

একই তরল বিভিন্ন কঠিন পদার্থের দ্রাবক হইতে পারে। এই অবস্থায় আংশিক-কেলাসনের সাহায্যে উহাদের পৃথক করা সম্ভব।

পরীক্ষা:—একটি বীকারে পরিস্রুত জল লওয়া হইল। উহার মধ্যে সমপরিমাণ পটাসিয়াম নাইট্রেট এবং লবণ দেওয়া হইল। সামান্য উত্তাপ দিয়া উহাদের জলে দ্রবীভূত করা হইল। এখন কিছুক্ষণের জন্য দ্রবণটি ফোটান হইল এবং উহার পর উহাকে ঠাণ্ডা জলের পাত্রে ভাসাইয়া শীতল করা হইল। ইহার ফলে কিছু স্ফটিকদানা পাওয়া গেল। এইগুলি কিন্তু পটাসিয়াম নাইট্রেটের, লবণের নহে। কেলাসগুলিকে পৃথক করিয়া মাদার লিক্যুরকে আবার উত্তপ্ত করা হইল, এবং অনুরূপ ভাবেই শীতল করা হইল। এইবার যে দানা পাওয়া গেল, উহা লবণের দানা।

উচ্চ উষ্ণতায় পটাসিয়াম নাইট্রেট বা সোরার দ্রবণীয়তা (solubility) লবণ অপেক্ষা বেশী বলিয়া এইরূপ সম্ভব।

ঊর্ধ্বপাতনের সাহায্যে স্ফটিকীকরণ:—ঊর্ধ্বপাতন পদ্ধতিতে কয়েকটি পদার্থের স্ফটিক পাওয়া যায়। যথা: আইয়োডিন, নিশাদল, কর্পূর ইত্যাদি।

অধঃক্ষেপণ (precipitation):—অনেক সময়ে বিভিন্ন পদার্থের দ্রবণের সংমিশ্রণে অন্য এক পদার্থের অধঃক্ষেপ পড়িয়া যায়।

পরীক্ষা:—সীসা, রৌপ্য প্রভৃতি লবণের জলীয় দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে, শ্বেত বর্ণের ধাতব ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

নিষ্কাশন (Extraction)

কোন কোন কঠিন পদার্থ বিভিন্ন দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু সকল দ্রাবকে উহার দ্রবণীয়তা সমান নহে। বিশেষ বিশেষ দ্রাবকে উহার মিশিবার আগ্রহ অধিক থাকে। আইয়োডিন ও জলের দ্রবণের মধ্যে ইথার মিশাইলে জলীয় দ্রবণ হইতে আইয়োডিন ইথারে মিশিতে চেষ্টা করে। ক্রমে ইথার-আইয়োডিন দ্রবণের সৃষ্টি হয় এবং বর্ণহীন জল তলায় পড়িয়া থাকে। নিষ্কাশনে এই বিশেষ তথ্যই সবিশেষ কার্যকরী।

পরীক্ষা:—নিষ্কাশনের জন্য প্রয়োজন হয় একটি বিচ্ছেদক ফানেল (Separating funnel)। আইয়োডিন-জলের দ্রবণ বীকার হইতে বিচ্ছেদক ফানেলে ভরা হইল। ইহার রং বেগুনী। ইহার পর ইথার বিচ্ছেদক ফানেলে (আইয়োডিন জলের সম পরিমাণ) ঢালা হইল; এবং বিশেষ ভাবে ঝাঁকাইয়া ধারকের সাহায্যে যন্ত্রটি স্থিরভাবে ঝুলাইয়া দেওয়া হইল। ইথার

জল হইতে আইয়োডিন টানিয়া লইল। ইথার অপেক্ষা ভারী জল নীচে থাকিবে এবং ক্রমশঃ বর্ণহীন হইয়া যাইবে। বেগুনী রংয়ের ইথার-আইয়োডিন দ্রবণ এবং বর্ণহীন জলের সীমারেখা বেশ বোঝা যাইবে। ফানেলের তলস্থিত কাঁচের ছিপি ঘুরাইয়া বর্ণহীন জলকে সম্পূর্ণভাবে বাহির করিয়া দিতে হইবে।

নিষ্কাশন

পৃথকীকরণ ফানেল

ফানেলে এখন থাকিবে ইথার-আইয়োডিন দ্রবণ। ইহাকেও অপর একটি পাত্রে ধরিতে হইবে। উদ্বায়ী তরল ইথাব আপনা হইতেই বাষ্পায়িত হইয়া যাইবে। পাত্রে থাকিবে শুধু আইয়োডিন।

এইভাবে একটি তবলেব দ্রবণ হইতে অন্য কোন তরলের সাহায্যে দ্রাবক বিচ্ছিন্ন করিবার পদ্ধতিকে **নিষ্কাশন** বলা হয়।

কঠিন পদার্থের মিশ্রণ :

কঠিন ও তরলের মিশ্রণের কথা এতক্ষণ আলোচনা করা হইয়াছে। এবার আমরা কঠিন পদার্থের মিশ্রণের কথা আলোচনা করিব। কঠিন পদার্থের মিশ্রণ হইতে উপাদানগুলি পৃথক করিতে হইলে আমরা প্রথমতঃ দ্রাবকের সাহায্য গ্রহণ করিব। মিশ্রণের উপাদানগুলির মধ্যে কোনটি এক দ্রাবকে দ্রবণীয় কিন্তু অন্যগুলি নয়। এইরূপ দ্রাবক পাওয়া গেলে অতি সহজে দ্রবণীয় উপাদানটি অন্যান্য উপাদান হইতে পৃথক ক   সম্ভব।

পরীক্ষা :—(১) লবণ এবং বালির মিশ্রণ লওয়া যাক। লবণ জলে দ্রবণীয় ; কিন্তু বালি নহে। এইপ্রকার মিশ্রণে জল দিলে এবং উহাকে উত্তপ্ত

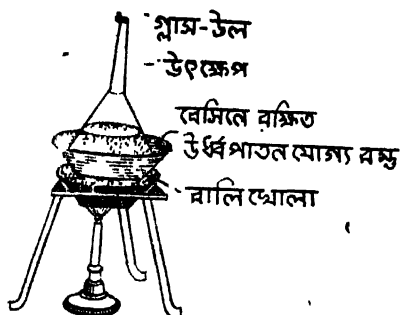
করিলে জলে লবণ দ্রবীভূত হইবে। এইবার পরিস্রাবণ-পদ্ধতির সাহায্যে উহাকে ছাঁকিয়া লইতে হইবে। ফানেলে **অবশেষ** (residue) থাকিবে বালি এবং **পরিস্রুত** (filtrate) হইবে লবণ-জল। লবণ-জল হইতে বাষ্পীকরণ পদ্ধতির সাহায্যে লবণ পাওয়া যাইবে; ফানেলস্থিত বালিকে উত্তাপের সাহায্যে শুকাইয়া লইলেই পাওয়া যাইবে শুষ্ক বালি।

(২) এবার বারুদের কথা ধরা যাক। বারুদে আছে সোরা (পটাসিয়াম নাইট্রেট), গন্ধক ও কাঠ-কয়লা (Charcoal)। মিশ্রণে সোরা, গন্ধক ও কাঠ-কয়লার অনুপাত হইল ৬ : ১ : ১। ইহার উপাদানগুলির মধ্যে গন্ধক কার্বন-ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়, অন্যান্যগুলি নহে; সোরা জলে দ্রবণীয় কিন্তু অন্যান্য উপাদানগুলি নহে; আবার কাঠ-কয়লা উভয় দ্রাবকেই অদ্রবণীয়। এই তথ্য জানা থাকিলে বারুদ হইতে উপাদানগুলি পৃথক করা সহজ হইয়া পড়ে। প্রথমে বারুদে কার্বন-ডাই-সালফাইড দেওয়া হইল; এবং ঝাঁকুনির (shaking) সাহায্যে উহাতে গন্ধক দ্রবীভূত করা হইল। এবার ফিলটার করা হইল। ফিলট্রেট পাওয়া গেল গন্ধক-কার্বন-ডাই-সালফাইড দ্রবণ। কার্বন-ডাই-সালফাইড উদ্বায়ী তরল পদার্থ। উহাকে কিছুক্ষণ খোলা জায়গায় রাখিয়া দিলে, উহা উপিয়া যাইবে; পড়িয়া থাকিবে শুধু হলুদবর্ণ গন্ধক।

ফানেলের অবশেষে এখন রহিয়াছে সোরা এবং কাঠ-কয়লা। উহা আলাদা পাত্রে লইয়া জল দিলে সোরা দ্রবীভূত হইবে। এইবার ফিলটার করিলে ফিলট্রেট হিসাবে পাইব সোরা-জলের দ্রবণ। বাষ্পীকরণ পদ্ধতিব সাহায্যে উহা হইতে সোরা পাওয়া যাইবে।

এক্ষণে রহিল শুধু কাঠ-কয়লা। উহাকে উত্তাপের সাহায্যে শুষ্ক করিলে পাওয়া যাইবে শুষ্ক কাঠ-কয়লা।

ঊর্ধ্বপাতনঃ—অনেক সময় ঊর্ধ্বপাতনের সাহায্যে মিশ্রণ হইতে কঠিন-উপাদানকে পৃথক করা সম্ভব। আমরা জানি যে উত্তাপ প্রয়োগে সাধারণতঃ কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয়; এবং উহাকে আরও উত্তপ্ত করিলে উহা গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। কিন্তু কয়েকটি কঠিন পদার্থ আছে যাহারা উত্তাপ প্রয়োগে সরাসরি গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়; এবং শীতলতার সংস্পর্শে আসিয়া আবার কঠিন-পদার্থে পরিণত হয়। উদাহরণ-স্বরূপ কর্পূর, আইয়োডিন, নিশাদল প্রভৃতির নাম করা যাইতে পারে। কঠিন-পদার্থের এইরূপ পরিবর্তনকে ঊর্ধ্বপাতন বলা হইয়া থাকে।

পরীক্ষা :—একটি খর্পরে কিছু পরিমাণ আইয়োডিন লওয়া হইল। আইয়োডিনকে ঢাকা যায় এইরূপ একটি মুখ বিশিষ্ট ফানেল লইয়া (যাহার নলটি গ্লাস উল দ্বারা বন্ধ করা হইয়াছে) খর্পরের আইয়োডিনের উপর বসানো হইল। এইবার ত্রিপদ ষ্ট্যাণ্ডের উপর অ্যাস্‌বেস্‌টসের টুকরা রাখিয়া উহার উপর খর্পরটিকে বসানো হইল। নীচে হইতে বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তাপ দেওয়া হইল। কিছুক্ষণের মধ্যেই খর্পরস্থিত আইয়োডিন উৎক্ষিপ্ত হইয়া ফানেলের গায়ে জমিয়া যাইবে এবং খর্পরে আইয়োডিনের চিহ্ন থাকিবে না।

ঊর্ধ্বপাতন

কর্পূর (নিশাদল বা আইয়োডিন), লবণ ও বালির মিশ্রণ :

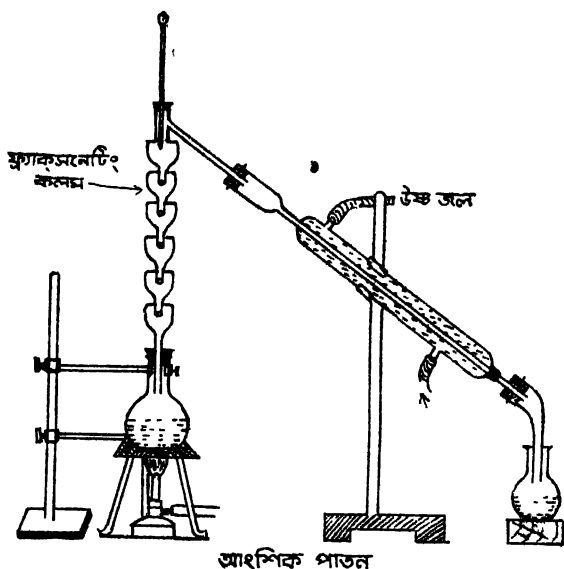
এই প্রকার মিশ্রণের উপাদানগুলি পৃথক করিতে হইলে প্রথমে ঊর্ধ্ব-পাতনের সাহায্যে কর্পূর, নিশাদল বা আইয়োডিন পৃথক করিয়া লইতে হইবে। খর্পরে যাহা পড়িয়া থাকিবে তাহা হইল লবণ ও বালি। এইবার পূর্ববর্ণিত উপায়ে লবণ ও বালি পৃথক করিতে হইবে।

তরল পদার্থের মিশ্রণ

এইবার তরল পদার্থের মিশ্রণ সম্বন্ধে আলোচনা করা যাক। এই প্রকার মিশ্রণের উপাদানগুলি পৃথক করিতে আমরা সাধারণতঃ **আংশিক পাতন** (Fractional Distillation) পদ্ধতির সাহায্য লইয়া থাকি। খনিজ তৈল পেট্রোলিয়ামের উপাদানগুলিও আমরা আংশিক পাতনের সাহায্যে পৃথক করিয়া থাকি। এই প্রকার তরল-মিশ্রণে উপাদানগুলির স্ফুটনাংকের পার্থক্য লক্ষণীয়। ধরা যাক একটি মিশ্রণে ইথার, বেনজিন ও জল আছে। ইথারের স্ফুটনাংক 35°C, বেনজিনের 80°C এবং জলের 100°C।

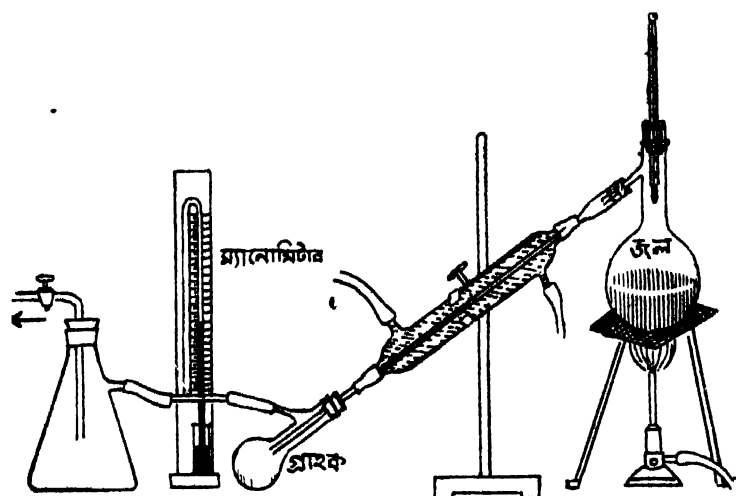
পরীক্ষা :—একটি পাতন ফ্লাস্কে ঐ মিশ্রণ লইয়া উত্তাপ দেওয়া হইতে লাগিল। তাপমাত্রা 35°C হইলেই ইথার বাষ্পীভূত হইয়া হিমকার (Condenser) বাহিয়া গ্রাহকে আসিয়া জমা হইবে। যতক্ষণ না ইথার সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইবে, ততক্ষণ তাপমাত্রা 35°Cই থাকিবে। উহার পরে তাপমাত্রা

বাড়িতে থাকিবে এবং যখন উহা 80°C হইবে, তখন বেনজিন বাষ্পীভূত হইতে থাকিবে। একটি পৃথক গ্রাহকে উহা সংগৃহীত হইবে। বেনজিন সম্পূর্ণভাবে পৃথকীকৃত হওয়ার পর তাপমাত্রা আবার বৃদ্ধি পাইবে। পাতন-ফ্লাস্কে এইবার থাকিবে শুধু জল। এইভাবে তরল-মিশ্রণের উপাদানগুলিকে একটি একটি করিয়া পাতিত করা যায়।

আংশিক পাতন

কোন কোন সময়ে পাতন-ফ্লাস্কের মুখে একটি লম্বা **ফ্র্যাক্সোনেটিং কলম** (Fractionating column) লাগান থাকে। একটি উপাদান পাতিত হইবার সময়ে অপর উপাদানের কিছুটা যদি বাষ্পীভূত হয়, তবে এই দীর্ঘ নল বাহিয়া উপরে উঠিতে উঠিতেই পুনরায় শীতল হইয়া ফ্লাস্কে নামিয়া পড়ে।

অনুপ্রেষ পাতন (Vacuum বা Low-Pressure Distillation) :—তরল পদার্থে উত্তাপ দিলে যে বাষ্প নির্গত হয় সেই বাষ্পের একটা চাপ আছে। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বাষ্পীভবন এবং স্বভাবতঃ চাপ বৃদ্ধি পায়। এই চাপ যখন বাহিরের বায়ুচাপের সমান হয়, তখন তরল ফুটিতে থাকে। বাহিরের চাপ কম হইলে স্ফুটনাংকও নামিয়া যায় এবং কম উষ্ণতায় তরল ফুটিতে থাকে।

যে সব পদার্থ সাধারণ বায়ু-চাপে স্ফুটনের সময় বিশ্লিষ্ট হয় সেই সব পদার্থের পাতন কম চাপে করিতে হয়। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের পাতন

যদি সাধারণ বায়ুচাপে করা যায়, তবে উহা জল এবং অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া যাইবে। সুতরাং কম, চাপে ইহার পাতন করিতে হইবে। কম চাপে ইহা কম উষ্ণতায় ফোটে। তখন উহা আর বিশ্লিষ্ট হয় না। এই পদ্ধতিতে

অনুপ্রেষ পাতন

পাম্পের সাহায্যে পাতন ফ্লাস্কের ভিতরের বায়ু বাহির করিয়া দিতে হয়। সাধারণতঃ এই কাজে ফিলটার পাম্প ব্যবহার করা হয়।

অন্তর্ধূম পাতন (Destructive Distillation):—কঠিন মিশ্র পদার্থকে পাতিত করিলে সময়ে সময়ে কতকগুলি উদ্বায়ী পদার্থ পাওয়া যায়। বাতাসের সংস্পর্শে এই সকল উদ্বায়ী পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন হইয়া থাকে। সুতরাং এই সকল বস্তু হইতে উদ্বায়ী পদার্থ-সমূহ অপরিবর্তিত অবস্থায় পাইতে হইলে মিশ্র পদার্থটিকে একটি বদ্ধ পাত্রে লইয়া পাত্রটিকে একেবারে বায়ুশূন্য করিয়া দিতে হয়। এইবার উত্তাপ দিলে উদ্বায়ী পদার্থগুলি বাষ্পাকারে নির্গত হয়। এইসব বাষ্পকে শৈত্যের সাহায্যে ঘনীভূত করা হয়। এই পদ্ধতিকে অন্তর্ধূম পাতন বলা হয়। কয়লাকে অন্তর্ধূম পাতনের সাহায্যে পাতিত করিলে উহা হইতে কোলগ্যাস, অ্যামোনিয়া ইত্যাদি পাওয়া যায়।

Questions to be discussed

1. What do you understand by the terms :—

Decantation, Sedimentation, Filtration, Distillation, (H. S. 1960. Compartmental), Evaporation and Crystallisation. Give illustrations in each case.

2. "Filtration is a better process than decantation"—Discuss.

3. "Distillation is the best process of separating solids from liquids"—Discuss.

What do you mean by 're-distilled water' ?

4. (*i*) "Rain-water is distilled water"—Discuss.

(*ii*) "Mineral water is filtered water"—Discuss.

(*iii*) Water of deep tube-well is more safe for drinking than ordinary tube-well-water. Why ?

5, How does gravity filtration differ from ordinary filtration ?

6. "Decantation, filtration, distillation and crystallisation are simple processes of purification"—Discuss.

7, (*a*) What is Crystallisation ? How can you prepare crystals of alum and iodine ? How does the size of the alum-crystals vary with the rate of cooling of the solution ?

(*b*) Discuss "crystallisation" on the basis of "solubility".

(*c*) What is re-crystallisation ? Why is it done ?

8. (*a*) What is fractional crystallisation ? Give illustration.

(*b*) What is fractional distillation ? Give illustration.

9. (*a*) What is sublimation ? Give illustration. What is the difference between sublimation and distillation ?

(*b*) What is extraction ? Give illustration.

10. Write short notes on 'destructive distillation' and 'vacuum or low pressure distillation'. Give illustrations. State the principles underlying these types of distillation.

Why in destructive distillation heating of the substance is done out of contact with air ?

11. How would you separate the ingredients of the following mixtures ?

(*a*) (i) gun-power (ii) sugar+sand (iii) nitre+sulphur+ironfilings + charcoal (powdered) (iv) iodine+green vitriol+powdered glass (v) white vitriol+sal. ammoniac+sulphur.

(*b*) (i) acetone (*b*. pt. 56°C)+methyl alcohol (*b*. pt. 64·5°C)

(ii) methyl alchol (64·5°C), benzene (80°C), water (100°C)

(*c*) (i) sugar+common salt

(ii) common salt+nitre.

12. (*a*) You are given a mixture of two liquids. Their boiling points are 151°C and 100°C. But that which boils at a higher temperature decomposes above 80°C. How would you separate them ? Discuss the process in brief.

(*b*) You are given a mixture of two liquids, one of which is miscible with ether. How would you separate them ? Discuss the process in brief.

(*c*) You are given a substance containing some volatile and combustible substances. The substance itself is combustible also. How can you have the volatile substances from that substance. Discuss the process in brief.

13. What is a solution ? Define and illustrate. Name the types of solutions and give illustrations of each ; and point out the solvent in each case.

14. (*a*) What do you understand by 'boiling' and 'evaporation' ? Compare them.

(*b*) Show experimentally that the boiling point varies as the vapour pressure upon it.

15. What do you understand by unsaturated, saturated and supersaturated solutions ? Define and illustrate.

16. What are the different processes of drying of substances in the laboratory. Discuss each of them in brief stating the conditions under which a particular process is selected.

17. Explain the terms with illustrations :—

Mother liquor, crystals, filtrate, distillate, residue, precipitate and sublimate.

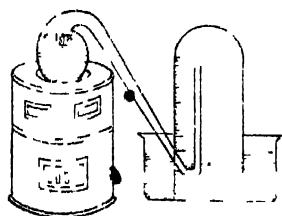
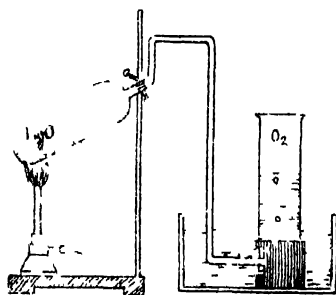
18. What happens when a dilute solution of hydrogen peroxide is evaporated on water bath ? (H. S. 1960)

৭

বায়ু ও তাহার উপাদান

প্রাচীন কালে বায়ুকে একটি মৌল বলিয়া ধরা হইত। কিভাবে শিলী, প্রিষ্টলে ও ল্যাভয়সিয়ার ইহার মৌলিকত্ব খণ্ডন করেন তাহা পূর্বে বর্ণনা করা হইয়াছে। ভূ-পৃষ্ঠের উপরিভাগে যে বিস্তীর্ণ বায়ুমণ্ডল আছে তাহা লইয়া প্রাচীন কাল হইতে গবেষণার অন্ত ছিল না। ল্যাভয়সিয়ার সর্বপ্রথমে বায়ু-বিশ্লেষণে বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন। তাঁহার পরীক্ষা এস্থলে উল্লেখ করা প্রয়োজন।

ল্যাভয়সিয়ারের প্রথম পরীক্ষা :—

১৭৭৫ খ্রীষ্টাব্দে ল্যাভয়সিয়ার একটি বকযন্ত্রে 4 আউন্স পারদ লইলেন। বকযন্ত্রটির লম্বা গলাটির শেষের দিকটি ঊর্ধ্বমুখী ছিল। তিনি এই গলাটি একটি বেলজারের ভিতরে প্রবেশ করাইলেন। বেলজারটি একটি পারদপূর্ণ পাত্রে উপুড় করিয়া বসান ছিল। বকযন্ত্রের গলাটি বেলজারের পারদ ছাড়াইয়া কিঞ্চিৎ উপরে রহিল, যাহাতে বেলজারের বায়ুর সহিত বকযন্ত্রের বাতাসের সংযোগ থাকে। প্রথমতঃ বেলজারের ভিতরে ও বাহিরে পারদ একই সমতলে ছিল।

ল্যাভয়সিয়ারের পরীক্ষা (১নং) ল্যাভয়সিয়ারের পরীক্ষা (2 নং)

এইবার ল্যাভয়সিয়ার একটি ষ্টোভের সাহায্যে বকযন্ত্রটিকে উত্তপ্ত করিতে লাগিলেন। পারদ লালবর্ণের কঠিন পদার্থে পরিণত হইতে লাগিল এবং বেলজারে পারদ উপরে উঠিতে লাগিল। ক্রমাগত 12 দিন এইভাবে উত্তপ্ত

করার ফলে দেখা গেল যে বেলজারে পারদ শূন্যস্থানের এক-পঞ্চমাংশ অধিকার করিয়াছে; অর্থাৎ বায়ুর আয়তন এক-পঞ্চমাংশ কমিয়াছে। ল্যাভয়সিয়ার দেখিলেন যে উহার আয়তন-হ্রাস 8 ঘন ইঞ্চি।

এইবার বেলজারের অবশিষ্ট বাতাসে তিনি জ্বলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলেন, কাঠি নিভিয়া গেল। একটি ইঁদুর তিনি উহার মধ্যে দিলেন; উহা শ্বাস-প্রশ্বাসের অভাবে মারা গেল। ল্যাভয়সিয়ার দেখিলেন যে এই অবশিষ্ট বায়ুতে আগুন জ্বলে না এবং নিঃশ্বাস-প্রশ্বাসও নেওয়া যায় না। এই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের তিনি নাম দিলেন **'অ্যাজোট'**; এবং বায়ুতে ইহার পরিমাণ চার-পঞ্চমাংশ—তাহাও প্রমাণ করিলেন। এই অ্যাজোটই হইল নাইট্রোজেন।

ল্যাভয়সিয়ারের দ্বিতীয় পরীক্ষা :—

এইবার ল্যাভয়সিয়ার বকযন্ত্রস্থিত লালবর্ণের কঠিন পারদ-যৌগকে একটি শক্ত-কাঁচ (hard glass) পরীক্ষা-নলে নিলেন। ইহার সহিত তিনি একটি লম্বা নির্গম-নল সংযুক্ত করিলেন; এবং ঐ নির্গম নলটি পারদ পূর্ণ পাত্রের ভিতর উপুড় করা গ্যাসজারের (ইহাও পারদ পূর্ণ) মধ্যে প্রবেশ করাইলেন। অতঃপর তিনি পরীক্ষা-নলটিকে কড়া তাপে উত্তপ্ত করিতে লাগিলেন। লাল কঠিন পারদ-যৌগ পুনরায় সাধারণ পারদে পরিণত হইতে লাগিল।

উহা হইতে একটি গ্যাস নির্গত হইয়া গ্যাসজারে জমা হইতে লাগিল। পারদ যতটুকু বায়ু শোষণ করিয়াছিল, ঠিক ততটুকু বায়ু আবার ফেরৎ পাওয়া গেল। । আউন্স পারদও ফেরৎ পাওয়া গেল। পরীক্ষা করিয়া তিনি দেখিলেন যে ঐ বায়ু আগুন জ্বলিতে সাহায্য করে; নিভন্ত কাঠিকে প্রজ্বলিত করে এবং শ্বাস-প্রশ্বাসের কাযে সহায়তা করে। বায়ুর এই অংশের নাম দিলেন অক্সিজেন। ইহার আয়তন বায়ুর এক-পঞ্চমাংশ, এবং ইহাকে নাইট্রোজেনের সহিত মিশাইলে আবার স্বাভাবিক বায়ু তৈয়ারী হয়।

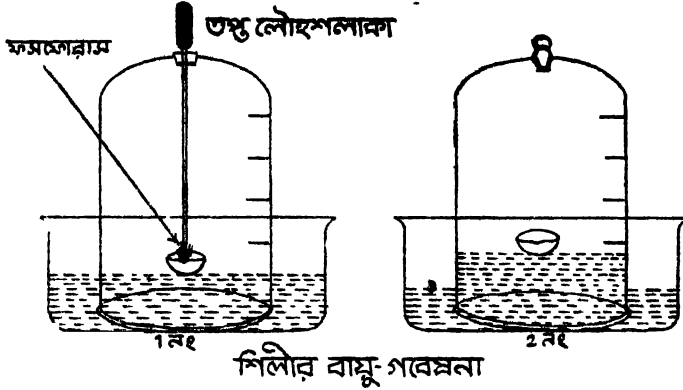
এইভাবে ল্যাভয়সিয়ার বায়ুর বিশ্লেষণ করেন।

বেলজার পরীক্ষা :

ল্যাভয়সিয়ারের পূর্বোক্ত পরীক্ষা সময় ও ব্যয়-সাপেক্ষ। উহা অপেক্ষা শিলী বেলজারের সাহায্যে সহজতর পরীক্ষা করিয়াছিলেন। এই পরীক্ষা সাধারণ রসায়নাগারেও করা যায়।

একটি জল ভরা দ্রোণীর উপর ছোট একটি খর্পর ভাসাইয়া দেওয়া হইল।

খর্পরে এক টুকরা ফসফোরাস লওয়া হইল; এবং একটি ছিপি-আঁটা অংশাংকিত (graduated) বেলজার উহার উপর বসাইয়া দেওয়া হইল।

শিলীর বায়ু-গবেষণা

এইবার ছিপি খুলিয়া লাল উত্তপ্ত লৌহ-শলাকা বেলজারের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া ফসফোরাসে অগ্নি সংযোগ করা হইল; এবং সঙ্গে সঙ্গে ছিপি আঁটিয়া দেওয়া হইল। ফসফোরাস জ্বলিতে আরম্ভ করিল এবং সাদা গ্যাসে সমস্ত বেলজারটি পূর্ণ হইয়া গেল। কিছুক্ষণ যাইবার পর দেখা গেল যে বেলজারে খানিকটা জল উঠিয়াছে এবং জল শূন্যস্থানের এক-পঞ্চমাংশ অধিকার করিয়াছে। অবশিষ্ট বায়ুতে জ্বলন্ত কাঠি নিভিয়া যায় এবং শ্বাস-প্রশ্বাস লওয়া যায় না। এই অবশিষ্ট বায়ুই হইল নাইট্রোজেন। বায়ুর যে উপাদানের স্থান জল অধিকার করিল তাহা হইল অক্সিজেন।

এইভাবে প্রমাণ করা যায় যে বাতাসের আয়তনের $\frac{1}{5}$ অংশ অক্সিজেন এবং $\frac{4}{5}$ অংশ নাইট্রোজেন।

অন্যান্য উপাদান :

নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেনই কেবল বায়ুর উপাদান নহে। বায়ুর অন্যান্য উপাদানও আছে।

(ক) **জলীয় বাষ্প :**—বায়ুতে জলীয় বাষ্পও আছে। সমুদ্র, হ্রদ, নদী প্রভৃতি জলাশয় হইতে জল সূর্য তাপে ক্রমাগত বাষ্পীভূত হইতেছে। এই বাষ্প কিছু না কিছু পরিমাণে বায়ুতে থাকেই। তবে ইহার পরিমাণের বিশেষ স্থিরতা নাই; কোন সময়ে বেশী, কোন সময়ে কম। বর্ষাকালে ইহা অত্যন্ত

বেশী এবং শীতকালে সর্বাপেক্ষা কম। শীতকালে সেই কারণে শীঘ্র ভিজা কাপড় শুকাইয়া যায় এবং দেহ-চর্ম শুষ্ক ও খসখসে হয়।

পরীক্ষা :—শুষ্ক-বহির্গাত্র-বিশিষ্ট একটি কাঁচের গ্লাসে কিছু বরফ রাখা হইল। কিছুক্ষণ পরে দেখা যাইবে যে উহার বহির্গাত্রে জলবিন্দু জমিয়া আছে। বায়ুর জলীয় বাষ্প গ্লাসের শীতল গাত্রের সংস্পর্শে আসিয়া ঘণীভূত হয়।

(খ) **কার্বন-ডাই-অক্সাইড** :—বায়ুর আর এক উপাদান কার্বন-ডাই-অক্সাইড। জৈব পদার্থের দহনে ও জীব-জন্তুর নিঃশ্বাসে ইহা উৎপন্ন হয়। মানুষের পক্ষে ইহা শ্বাস প্রশ্বাসের অসহায়ক, কিন্তু উদ্ভিদের পক্ষে প্রয়োজনীয়।

পরীক্ষা :—উন্মুক্ত বাতাসে খানিকটা পরিষ্কাব চূণের জল রাখিয়া দিলে ইহার অস্তিত্ব ধবা পড়ে। চূণের জলের উপব সাদা সর পড়িয়া যায়। বাতাসের কার্বন-ডাই-অক্সাইড চূণের জলের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠন করে বলিয়া এইরূপ সর পড়ে।

(গ) ইহা ব্যতীত বাতাসে কয়েকটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস আছে। ইহারা হইল হিলিয়াম, নিয়ন, আরগন, ক্রিপ্‌টন্‌, জেনন।

বায়ুর উপাদানের অনুপাত :

(১)	নাইট্রোজেন—	৭৭·১৬%
(২)	অক্সিজেন—	২০·৬০%
(৩)	জলীয় বাষ্প—	১·৪০%
(৪)	কার্বন-ডাই-অক্সাইড—	·০৪%
(৫)	নিষ্ক্রিয় গ্যাস—	০·৮০%

ইহা ব্যতীত বাতাসে সামান্য ওজোন (সমুদ্র তীরে), সূক্ষ্মধূলিকণা, কার্বন-মনোক্সাইড, সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন ইত্যাদি (কল-কারখানা অঞ্চলে) এবং মার্সগ্যাস (শ্মশানে ও ভাগাড়ে) পাওয়া যায়।

বায়ুর উপাদানের সমতা :

অক্সিজেন : মানুষ ও অন্যান্য জীবজন্তু প্রশ্বাস-গ্রহণকালে অক্সিজেন লয়; এবং নিঃশ্বাসের সহিত পরিত্যাগ করে কার্বন-ডাই-অক্সাইড। তাহা ছাড়া যে সব পদার্থের দহন হয়, তাহারা সকলেই বায়ুর অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে। সুতরাং এইভাবে দীর্ঘ দিন চলিলে বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ কম হওয়া উচিত, কিন্তু তাহা হয় না। উপরিউক্ত প্রণালীতে

অক্সিজেনের ব্যয় ও কার্বন ডাই-অক্সাইড যেরূপ হারে সৃষ্ট হয় সেইরূপ হারেই উদ্ভিদ-জগৎ কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করিয়া বাতাসে অক্সিজেন ফিরাইয়া দেয়। এইভাবে বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ একই থাকিয়া যায়।

নাইট্রোজেন ঃ—নাইট্রোজেন অনেকটা নিষ্ক্রিয়। সহসা ইহা নৈসর্গিক উপায়ে যৌগ গঠন করে না*। কিন্তু আকাশে যখন বজ্র নির্ঘোষ হয়, তখন উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড গঠন করে। নাইট্রিক অক্সসাইড বায়ুর অক্সিজেনের সহিত নাইট্রোজেন-পার-অক্সাইড গঠন করে; এবং বৃষ্টির জলে উহা নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। মাটিতে ক্ষার-পদার্থ আছে। উহার সহিত নাইট্রিক অ্যাসিডের রাসায়নিক প্রক্রিয়ার ফলে নাইট্রেট উৎপন্ন হয়। উদ্ভিদ উহাকে খাদ্যরূপে গ্রহণ করে, এবং উদ্ভিদ দেহে উহা প্রোটিনে পরিণত হয়। সেই খাদ্য জীবজগৎ গ্রহণ করে। তাহা ছাড়া জীবদেহ ও উদ্ভিদদেহ পচিয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া মৃত্তিকাস্থিত বিভিন্ন জাতীয় ব্যাক্টিরিয়ার সাহায্যে নাইট্রোজেন হইয়া আবার বাতাসে ফিরিয়া আসে। এইভাবে নাইট্রোজেনের পবিমাণও বাতাসে একরূপ থাকে। [*সীমজাতীয় উদ্ভিদ সরাসবি বাতাস হইতে নাইট্রোজেন গ্রহণ করে।]

কার্বন-ডাই-অক্সাইড ঃ—প্রাণীর নিঃশ্বাস ও পদার্থের দহনে কার্বন ডাই-অক্সাইডের সৃষ্টি। সূর্যালোকেব সংস্পর্শে আলোক-সংশ্লেষ (photo-synthesis) দ্বারা উদ্ভিদ-জগৎ কার্বন-ডাই-অক্সাইডকে গ্রহণ করে এবং অক্সিজেন ছাড়িয়া দেয়। এইভাবে বায়ুতে কার্বন-ডাই অক্সাইডের পরিমাণও বৃদ্ধি পায় না।

জলীয় বাষ্প ঃ— পৃথিবীর তিন ভাগ জল এবং এক ভাগ স্থল। এই জল হইতে সূর্যতাপে জলীয়বাষ্পের সৃষ্টি হয়। বায়ুতে ক্রমাগত যদি জলীয়বাষ্প জমিত তবে প্রাণী বাঁচিতে পাবিত না। কিন্তু এই জলীয় বাষ্প হইতেই বৃষ্টি হয়। ইহার ফলে জলাশয় শুষ্ক হয় না, বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণও ভয়াবহরূপে বৃদ্ধি পায় না।

উপাদানগুলির প্রয়োজনীয়তা ঃ—

অক্সিজেন ঃ—(১) ইহা প্রাণী-জগতের পক্ষে অপরিহার্য। প্রশ্বাসের সহিত আমরা ইহাই গ্রহণ করি। ইহা আছে বলিয়া বায়ুর আর এক নাম প্রাণ।

(২) দেহাভ্যন্তরে খাদ্য-দ্রব্যের মৃদু দহন ইহা দ্বারাই হইয়া থাকে। যাহার ফলে আমরা খাদ্যকে জীর্ণ করিতে পারি ও শরীরের পুষ্টিসাধন করিতে পারি।

(৩) পৃথিবীর যাবতীয় কিছু দহনের মূলে ইহা আছে। অক্সিজেন না থাকিলে বর্তমান সভ্যতাই অচল হইত।

নাইট্রোজেন ঃ—(১) ইহার অবস্থিতির জন্য মানুষ সহজে শ্বাস-প্রশ্বাস নিতে পারে এবং আগুণ নিয়ন্ত্রিত ভাবে জ্বালানো যায়। (২) ইহা উদ্ভিদ-জগতের পক্ষে অপরিহার্য।

জলীয় বাষ্প ঃ—ইহা থাকার ফলেই বৃষ্টিপাত হইতেছে। কৃষি-কার্য চলিতেছে। ভূমি শস্য-শ্যামলা হইতেছে।

কার্বন-ডাই-অক্সাইড ঃ—ইহা উদ্ভিদ-জগতের পক্ষে অপরিহার্য। উদ্ভিদ সূর্যালোকের সংস্পর্শে কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে কার্বন গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন ত্যাগ করে। ঐ কার্বন হইতে উহারা নিজেদের খাদ্য প্রস্তুত করে।

বায়ু মিশ্র পদার্থ ঃ

নিম্নলিখিত প্রমাণগুলি হইতে বুঝা যাইবে যে বায়ু একটি মিশ্র পদার্থ।

(১) বায়ু যদি যৌগ হইত, তাহা হইলে বায়ু হইতে উপাদানগুলি সহজে পৃথক করা যাইত না। কিন্তু উহা সহজেই করা যায়।

(২) বায়ুর উপাদানগুলি সর্বস্থানে একই অনুপাতে নাই। বদ্ধ ঘরে অক্সিজেন কম, কার্বন-ডাই-অক্সাইড বেশী। উন্মুক্ত প্রান্তরে অক্সিজেন বেশী কার্বন-ডাই-অক্সাইড কম, শিল্পাঞ্চলে কার্বন-ডাই-অক্সাইড বেশী, এবং সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন প্রভৃতি গ্যাস পাওয়া যায়। সমুদ্র তীরে ওজোন এবং শ্মশানে বা জলাভূমিতে মার্সগ্যাস পাওয়া যায়।

(৩) বায়ুতে উপাদানগুলির ধর্ম পৃথকভাবে বিদ্যমান।

(৪) বায়ুর উপাদানগুলি রসায়নাগারে তৈয়ারী করিয়া পরিমাণ মত মিশাইলে বায়ু গঠিত হয়; কিন্তু তাহাতে তাপের আবির্ভাব বা তিরোভাব হয় না।

(৫) জলে দ্রবীভূত বায়ু বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় যে উহাতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের আয়তনানুপাত যথাক্রমে 1 : 2। কিন্তু যৌগ হইলে উহা 1 : 4 হইত।

(৬) তরল বায়ু হইতে নাইট্রোজেন প্রথমে বাষ্পায়িত হয় এবং পরে হয় অক্সিজেন। বায়ু যৌগ হইলে নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেন একই সঙ্গে বাষ্পায়িত হইত।

(৭) বায়ু যদি যৌগ হইত তবে অ্যাভোগ্যাড্রো প্রকল্প অনুসারে উহার ঘনত্ব হইত অন্ততঃ 36 [গ্যাসের আণবিক গুরুত্ব (molecular weight) = ঘনত্ব × 2]। কিন্তু বায়ুর ঘনত্ব উহা অপেক্ষা অনেক কম; মাত্র 14·4।

Questions to be discussed

1. (*a*) Give reasons to show that air is a mechanical mixture. [H. S. comp. 1960]

(*b*) Give one important reason to explain why air is not regarded as a compound of N_2 & O_2.

2. Describe Lavoisier's experiments which proved that air is a mixture.

3. Discuss the life of Lavoisier as an illustrious scientist.

4. What are the contributions of Scheelo and Priestley to Chemistry ?

5. A bell-jar is inverted over a pneumatic trough containing water. A candle is allowed to burn inside. What would be the results of burning ? Name the gas that will be left in the bell-jar after burning.

6. What is the composition of air ? How can you separate the components of air from one another ?

7. (*a*) Lime water when left exposed to air turns milky.

(*b*) A glass containing some pieces of ice is seen to be moist on its outer surface.

(*c*) Oil-paintings in the industrial areas turn black after sometime.

(*d*) Air at sea-side places is pleasant.

(*e*) Ventillation of dwelling rooms is essential to the preservation of health.

Give reasons for all the above cases.

8. How would you prove that air contains N_2, O_2, moisture and CO_2 ? Describe experiments in support of your statement.

9. How would you show that air is a mechanical mixture of N_2 and O_2 mainly ; and N_2 constitutes about 80% of its volume. Describe two simple experiments to prove that.

10. What is 'Phlogiston Theory' ? How did Lavoisier discard it ?

11. What is the theory of burning ? Discuss Lavoisier's theory of burning. What happens to the mass of a body which burns ?

A piece of magnesium after being burnt in air increases in mass. State Why.

———

৮

অক্সিজেন

আবিষ্কার:—কিভাবে শিলী, প্রিষ্টলে ও ল্যাভয়সিয়ার ইহাকে পৃথক পৃথক ভাবে আবিষ্কার করেন তাহা পূর্বেই বর্ণনা করা হইয়াছে। ল্যাভয়-সিয়ারের অক্সিজেন-সংক্রান্ত পরীক্ষাবলীও পূর্বে বর্ণনা করা হইয়াছে।

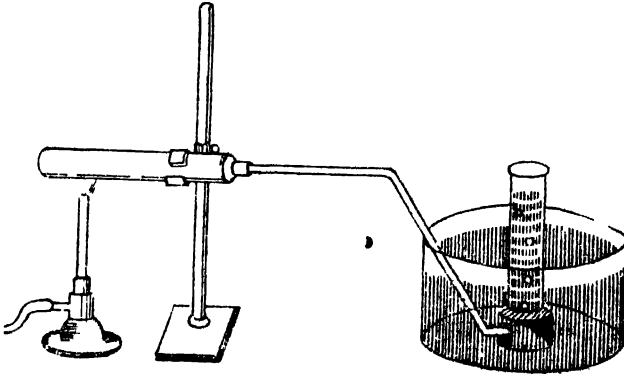
স্থিতি:—বাতাসে ইহা মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। বায়ুর আয়তনের শতকরা ২০.৬ ভাগ অক্সিজেন। জলে ইহা যৌগ অবস্থায় পাওয়া যায়। ৯ ভাগ ওজনের জলে ৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন আছে। তাহা ছাড়া পৃথিবীতে অসংখ্য পদার্থে অক্সিজেন যৌগ অবস্থায় আছে।

প্রস্তুতি-উপকরণ:—(১) অক্সিজেন-বহুল যৌগ হইতে, (২) পারদ, রৌপ্য প্রভৃতির ধাতব অক্সাইড হইতে, (৩) জল হইতে, এবং (৪) বায়ু হইতে অক্সিজেন প্রস্তুত করা হইয়া থাকে।

(ক) **রসায়নাগারের পদ্ধতি**:–ইহার জন্য প্রয়োজন একটি শক্ত-কাঁচের পরীক্ষা-নল (বা অন্য কোন যন্ত্র, যাহা উচ্চতাপ সহ্য করিতে পারে; যথা—ধাতব পরীক্ষা-নল, বা শক্ত বকযন্ত্র ইত্যাদি)। পরীক্ষা-নলটির মুখ এক ছিদ্রযুক্ত কর্ক দ্বারা বন্ধ এবং এই ছিদ্রে নির্গম-নল লাগান থাকে। পরীক্ষা-নলে প্রায় 15 gms. পটাসিয়াম ক্লোরেট এবং 3 অথবা 4 gms. ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড লওয়া হইল। পটাসিয়াম ক্লোরেট এবং ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড যেন উত্তম রূপে খলে চূর্ণ করিয়া ভাল ভাবে মিশ্রিত করা থাকে। এইবার পরীক্ষা-নলটি ধারকের সাহায্যে শূন্যে আটকাইয়া দেওয়া হইল (চিত্রে যেরূপ দেখান হইয়াছে)।

নির্গম-নলটি যেন জল-পূর্ণ দ্রোণীর মধ্যে উপুড় করা জলপূর্ণ গ্যাসজারের ভিতর প্রবিষ্ট হয়। গ্যাসজারটি অবশ্য একটি বি-হাইভ (bee-hive) সেল্‌ফের উপর অধোমুখ করিয়া বসান আছে, যাহাতে নির্গম-নল সহজে উহাতে প্রবিষ্ট হইতে পারে।

এক্ষণে বার্নার দ্বারা পরীক্ষা-নলের মধ্যভাগ প্রথমতঃ উত্তপ্ত করা হইল এবং পরে বার্নার সরাইয়া পরীক্ষা-নলের শেষপ্রান্ত উত্তপ্ত করা হইতে লাগিল।

অক্সিজেন গ্যাস উদ্ভূত হইতে লাগিল। উহা নির্গম-নল দিয়া জলপূর্ণ গ্যাসজারে প্রবেশ করিয়া অভ্যন্তরস্থ জলকে অপসারিত করিয়া গ্যাসজার পূর্ণ করিতে লাগিল। গ্যাসজারের সম্পূর্ণ জল অপসারিত হইলে গ্যাসজারের মুখে

অক্সিজেন প্রস্তুতি

ঢাকনি লাগাইয়া উহা সরাইয়া আনা হইল। এইভাবে প্রয়োজন মত কয়েকটি অক্সিজেন পূর্ণ গ্যাসজার সংগৃহীত হইল।

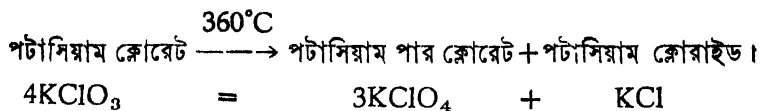
সমীকরণ :—পটাসিয়াম ক্লোরেট + ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড = পটাসিয়াম ক্লোরাইড + অক্সিজেন [$2KClO_3 + MnO_2 = 2KCl + MnO_2 + 3O_2$]

সাবধানতা :—(১) যতদূর সম্ভব বিশুদ্ধ ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা প্রয়োজন। তাহা না হইল ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইডের অশুদ্ধি কার্বন পরীক্ষা-নলে বিস্ফোরণ ঘটাইতে পারে। (২) পরীক্ষা-নলটির অধেক শূন্য রাখাই বাঞ্ছনীয়, কেননা উদ্ভূত অক্সিজেন নির্গমনের পথ না পাইয়া পরীক্ষা-নল ফাটাইয়া দিতে প্যারে। (৩) পরীক্ষা-নলের মুখটি একটু নীচু দিকে হেলাইয়া রাখা ভাল, তাহা না হইলে দ্রোণীর জল উহাতে প্রবেশ করিয়া অনর্থ ঘটাইতে পারে। (৪) পরীক্ষা-নলটির সর্বত্র সমান ভাবে উত্তপ্ত করা উচিত ; এবং প্রথমে সামনের দিকে উত্তপ্ত করা উচিত।

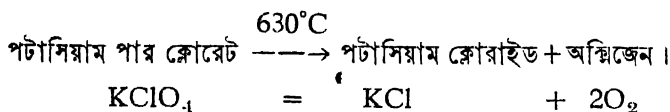
ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজনীয়তা :—ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড না হইলে যে পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে অক্সিজেন পাওয়া যাইবে না, তাহা নহে। উহা না হইলে বেশী তাপের প্রয়োজন হইয়া থাকে। কেবল মাত্র পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিয়াও অক্সিজেন উৎপন্ন করা যায়।

তাপমাত্রা প্রায় 360°C হইলে পটাসিয়াম ক্লোরেট ভাঙ্গিয়া পটাসিয়াম পার-ক্লোরেট ও পটাসিয়াম ক্লোরাইড হয়।

$$\text{পটাসিয়াম ক্লোরেট} \xrightarrow{360^\circ C} \text{পটাসিয়াম পার ক্লোরেট} + \text{পটাসিয়াম ক্লোরাইড।}$$

$$4KClO_3 = 3KClO_4 + KCl$$

আবার তাপমাত্রা যখন 630°C-এ পৌঁছে তখন পটাসিয়াম পার ক্লোরেট ভাঙ্গিয়া পটাসিয়াম ক্লোরাইড হয় এবং অক্সিজেন নির্গত হয়।

$$\text{পটাসিয়াম পার ক্লোরেট} \xrightarrow{630^\circ C} \text{পটাসিয়াম ক্লোরাইড} + \text{অক্সিজেন।}$$

$$KClO_4 = KCl + 2O_2$$

কিন্তু ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড মিশাইলে অনেক কম তাপমাত্রায় অক্সিজেন পাওয়া সম্ভব। 200°C হইতে 240°C তাপমাত্রায় পটাসিয়াম ক্লোরেট বিশ্লিষ্ট হয় এবং দ্রুততর গতিতে অক্সিজেন নির্গত হইতে থাকে।

ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দ্রুততর করে মাত্র ; নিজে কিন্তু অপরিবর্তিত থাকিয়া যায়। পটাসিয়াম ক্লোরেটের সহিত উহার $\frac{1}{4}$ ভাগ ওজনের ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড মিশান হইল। ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ তুলাদণ্ডে ওজন করিয়া জানিয়া লওয়া হইল। উত্তাপ প্রয়োগের ফলে অক্সিজেন সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হওয়ার পর জল দ্বারা পটাসিয়াম ক্লোরাইডকে দ্রবীভূত করিয়া ফিল্টার করিয়া লওয়া হইল। অবশেষ হিসাবে ফেরৎ পাওয়া গেল ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড। উহাকে শুষ্ক করিয়া লইয়া পুনরায় ওজন লওয়া হইল। দেখা গেল যে যতখানি ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড লওয়া হইয়াছিল, ততখানিই বর্তমান আছে এবং উহার ধর্মেরও কোন পরিবর্তন হয় নাই। অতএব দেখা যাইতেছে যে ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইডের উপস্থিতি রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দ্রুততর করে, কিন্তু উহা নিজে অপরিবর্তিত থাকিয়া যায়। সুতরাং ইহাকে ধনাত্মক অণুঘটক (positive catalyst) বলা যাইতে পারে।

যে অণুঘটক রাসায়নিক বিক্রিয়াকে মন্দীভূত করে, তাহাকে "ঋণাত্মক" (negative) অণুঘটক বলা হয়। আবার যে অণুঘটক বিক্রিয়াকে সম্পূর্ণ বন্ধ করিয়া দেয়, তাহাকে 'বিষ অণুঘটক' (catalyst poison) বলা হয়।

(খ) বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড হইতেও উত্তাপ প্রয়োগের দ্বারা অক্সিজেন পাওয়া যায়। ল্যাভয়সিয়ার মারক্যুরিক অক্সাইড হইতে অক্সিজেন পাইয়াছিলেন।

[মারক্যুরিক অক্সাইড = মারকারি + অক্সিজেন ($2HgO = 2Hg + O_2$)]

(গ) অক্সিজেন-বহুল অন্যান্য যৌগ হইতেও উত্তাপ প্রয়োগ দ্বারা অক্সিজেন পাওয়া যায়। যেমন, পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3), লেড নাইট্রেট $Pb(NO_3)_2$ বা পটাসিয়াম পার-ম্যাঙ্গানেটকে ($KMnO_4$) উত্তপ্ত করিলে অক্সিজেন পাওয়া যায়।

নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3), সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) ইত্যাদি অতি উত্তপ্ত ঝামাপাথরের (pumice stone) উপর ফেলিলে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

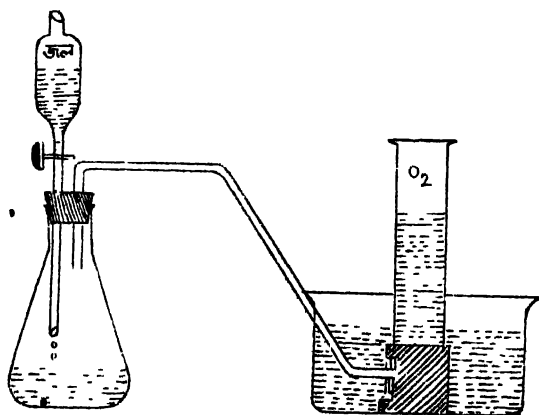
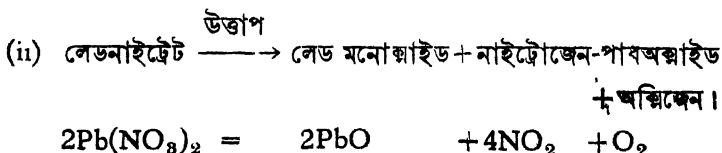
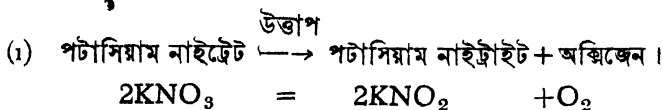
(ঘ) সোডিয়াম পার-অক্সাইডের সহিত জলের বিক্রিয়ায় স্বাভাবিক উষ্ণতায় অক্সিজেন পাওয়া যায়।

সোডিয়াম পার-অক্সাইড হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি

(i) পটাসিয়াম নাইট্রেট $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ পটাসিয়াম নাইট্রাইট + অক্সিজেন।

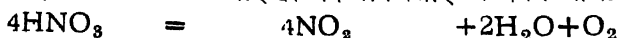
$$2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$$

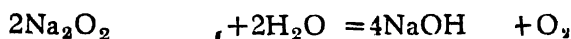
(ii) লেডনাইট্রেট $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ লেড মনোক্সাইড + নাইট্রোজেন-পারঅক্সাইড + অক্সিজেন।

$$2Pb(NO_3)_2 = 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

(iii) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ পটাসিয়াম ম্যাঙ্গানেট + ম্যাঙ্গানীজ-ডাই-অক্সাইড + অক্সিজেন

$$2KMnO_4 = K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

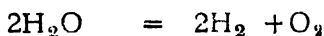
(iv) নাইট্রিক অ্যাসিড $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ নাইট্রোজেন-পারঅক্সাইড + জল + অক্সিজেন।

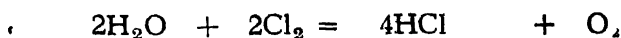
$$4HNO_3 = 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

(v) সোডিয়াম পার-অক্সাইড + জল = সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড + অক্সিজেন।

$$2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2$$

বাণিজ্যিক কারণে উৎপাদন: অক্সিজেন বেশী পরিমাণে উৎপন্ন করিতে হইলে (ক) জল এবং (খ) বায়ুকে প্রধান উপাদান হিসাবে গ্রহণ করিতে হয়। উভয় উপাদানই প্রচুর পরিমাণে অক্সিজেন আছে।

(ক) **জল হইতে:** (i) বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ দ্বারা জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া সম্ভব। হাইড্রোজেন ক্যাথোডে এবং অক্সিজেন অ্যানোডে উৎপন্ন হয়। জল উত্তম বিদ্যুৎ-পরিবাহী নয় বলিয়া জলে কিছুটা অ্যাসিড মিশাইয়া লইতে হয়। উহাতে জলের বিদ্যুৎ-পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। (ii) উষ্ণ জলের মধ্যে ক্লোরিণ গ্যাস সঞ্চালিত করিলে জলের হাইড্রোজেন ক্লোরিণের সহিত মিশিয়া যৌগ গঠন করে এবং অক্সিজেন নির্গত হয়।

(i) জল $\xrightarrow{\text{তড়িৎ-বিশ্লেষণ}}$ হাইড্রোজেন + অক্সিজেন

$$2H_2O = 2H_2 + O_2$$

(ii) জল + ক্লোরিণ = হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড + অক্সিজেন
(স্বাভাবিক উষ্ণতার উর্ধ্বে)

$$2H_2O + 2Cl_2 = 4HCl + O_2$$

(খ) **বায়ু হইতে:** বায়ু অক্সিজেনের অফুরন্ত ভাণ্ডার। বায়ুকে প্রথমে একটি নিরুদক ও পরে কষ্টিক পটাশ দ্রবণের মধ্য দিয়া সঞ্চালিত করিয়া জলীয় বাষ্প ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড শূন্য করা হয়। অতঃপর ঐ বায়ুকে সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত নলে রাখিয়া উপরে প্রবল চাপ (সাধারণ বায়ুচাপের দুই শত গুণ) দেওয়া হয়। সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে বায়ু নিঃসৃত হইয়া অল্প চাপে প্রসারিত হয়। ইহাতে বায়ু কিছুটা শীতল হয়। এই ভাবে কয়েকবার বায়ুকে অনুরূপ

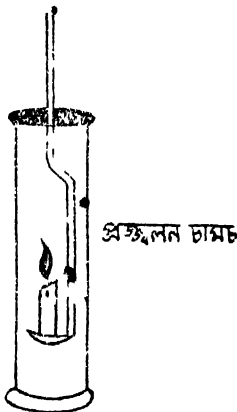
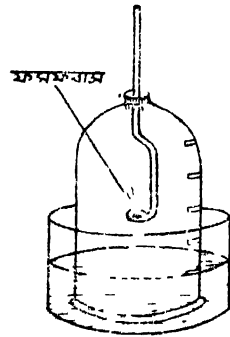
চাপ দিয়া অল্পচাপে প্রসারিত করিলে বায়ু এত শীতল হইয়া যায় যে, উহা তরলে পরিণত হয়। এই তরল বায়ুকে আংশিক পাতন করা হয়। তরল নাইট্রোজেনের স্ফুটনাংক $-195^\circ C$; এবং তরল অক্সিজেনের স্ফুটনাংক $-183^\circ C$. আংশিক পাতনের সাহায্যে নাইট্রোজেন প্রথমে বাষ্পীভূত হইবে। নাইট্রোজেন তরল বায়ু হইতে পৃথক হইবার পর অক্সিজেনকে গ্যাস-সিলিণ্ডারে সংগ্রহ করা হয়। এইভাবে সংগৃহীত অক্সিজেনের মধ্যে 0·5% নাইট্রোজেন থাকিয়া যায়, ইহাকে পৃথক করা সহজ নয়।

অক্সিজেনের ধর্ম

ভৌতধর্ম ঃ ইহা বর্ণহীন, স্বাদহীন ও গন্ধহীন গ্যাস। বায়ু অপেক্ষা ঈষৎ ভারী। জলে খুব সামান্য পরিমাণে দ্রাব্য। ইহার হিমাংক $-218{\cdot}4^\circ C$, স্ফুটনাংক $-183^\circ C$ এবং বাষ্পীয় ঘনত্ব 16।

রাসায়নিক ধর্ম ঃ (i) ইহার রাসায়নিক সক্রিয়তা উল্লেখযোগ্য। সাধারণতঃ ইহা ব্যতিরেকে কোন জিনিষ জ্বলে বা পোড়ে না। নিষ্ক্রিয় (Inert) গ্যাস, হ্যালোজেন এবং স্বর্ণ ও প্লাটিনাম জাতীয় কয়েকটি ধাতু ব্যতীত ইহা সকল মৌলিক পদার্থের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে মিলিয়া যৌগ গঠন করে।

(ii) ইহা নিজে জলে না কিন্তু অপরকে জ্বলিতে সাহায্য করে।

পরীক্ষা ঃ (১) একটি মোমবাতি জ্বালাইয়া উহার উপর একটি বেলজার

অক্সিজেন দহন সহায়ক ফসফরাসের দহন

চাপা দেওয়া হইল। মোমবাতি ততক্ষণই জ্বলিবে যতক্ষণ বেলজারে অক্সিজেন

থাকিবে। অক্সিজেন নিঃশেষিত হইলে মোমবাতিও নিভিয়া যাইবে। মোমবাতির পরিবর্তে ফসফোরাস লইয়া এইরূপ পরীক্ষা করা যাইতে পারে।

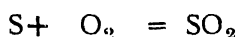
(২) একটি পাটকাঠি জ্বালাইয়া কিছুক্ষণ পরে ফুঁ দিয়া পাঠকাঠিটি নিভাইয়া দেওয়া হইল। কাঠির অগ্রভাগ লাল থাকিতে থাকিতে উহাকে একটি অক্সিজেন পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। পাটকাঠি এখন উজ্জ্বল আলোক সহকারে জ্বলিতে থাকিবে। (মোমবাতি লইয়াও অনুরূপ পরীক্ষা করা যাইতে পারে।)

(৩) (ক) একটি প্রজ্বলন চামচে এক টুকরা লোহিত-তপ্ত অঙ্গার লইয়া অক্সিজেন পূর্ণ গ্যাসজারের মধ্যে প্রবেশ করাইলে, অঙ্গারটি উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকিবে। অঙ্গারে কার্বন আছে। অক্সিজেনের সংস্পর্শে উহা পুড়িয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড হইল। এইবার গ্যাসজারে খানিকটা জল ঢালা হইল এবং জারটি ঝাঁকান হইল। কার্বন-ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইযা কার্বনিক অ্যাসিড সৃষ্টি করিল। কার্বন+অক্সিজেন = কার্বন-ডাই অক্সাইড

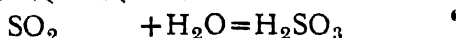
$$C + O_2 = CO_2$$

ঐ জলে নীল লিটমাস্ কাগজ ভিজাইলে উহা লাল হইয়া যাইবে। ঐ জলে পরিষ্কার চূণের জল দিলে, ঘোলাটে হইয়া যাইবে।

(খ) প্রজ্বলন চামচে অঙ্গারের পরিবর্তে গন্ধক বার্নারে উত্তপ্ত করিয়া গ্যাস-জারে লইলে, উহা প্রদীপ্ত শিখায় জ্বলিতে থাকিবে এবং সালফার ডাই-অক্সাইড গঠিত হইবে। গন্ধক + অক্সিজেন = সালফার-ডাই-অক্সাইড।

$$S + O_2 = SO_2$$

সালফার-ডাই-অক্সাইডের সহিত জল মিশাইলে উহা জলে দ্রবীভূত হইয়া সালফিউরাস অ্যাসিড হয়।

সালফার-ডাই-অক্সাইড + জল = সালফিউরিক অ্যাসিড।

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

ইহাতে নীল লিটমাস কাগজ দিলে, লাল হইয়া যাইবে।

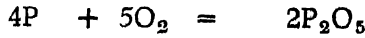
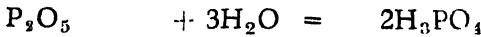
(গ) অনুরূপভাবে ফসফোরাস প্রজ্বলন চামচে লওয়া হইল। তবে ফসফোরাসের ক্ষেত্রে কিঞ্চিৎ সাবধানতা অবলম্বন করিতে হয়, কেননা ইহা বায়ুর সংস্পর্শে আপনা হইতেই জ্বলিয়া উঠে। ফসফোরাসের টুকরাটি চিমটা দিয়া ধরিয়া ফিলটার কাগজে মুছিয়া প্রজ্বলন চামচে রাখিতে হয়। ইহা অক্সিজেনপূর্ণ গ্যাসজারে প্রবেশ করাইলে প্রদীপ্ত আলোকে জ্বলিয়া ফসফোরাস

পেণ্টোক্সাইডের সাদা-ধোঁয়ার সৃষ্টি করিবে। এইবার জল দিলে উহা ফসফোরিক অ্যাসিডের সৃষ্টি করিবে।

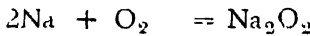
ফসফোরাস + অক্সিজেন = ফসফোরাস পেণ্টোক্সাইড

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

ফসফোরাস পেণ্টোক্সাইড + জল = ফসফোরিক অ্যাসিড

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$$

নীল লিটমাস কাগজ ইহাতেও লাল হইয়া যাইবে।

(ঘ) প্রজ্বলন চামচে একটুকরা ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লইয়া বার্নারে উত্তপ্ত করিয়া গ্যাসপূর্ণ জারে প্রবেশ করাইলে, উহারা উজ্জ্বল-ভাবে (ম্যাগনেসিয়াম অধিকতর উজ্জ্বলভাবে) জ্বলিয়া উঠে। ইহাতে ধাতুর অক্সাইড গঠিত হয়।

সোডিয়াম + অক্সিজেন = সোডিয়াম পার-অক্সাইড

$$2Na + O_2 = Na_2O_2$$

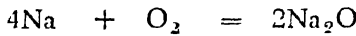
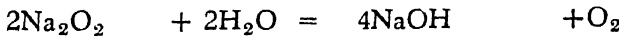
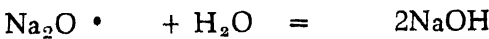
সোডিয়াম + অক্সিজেন = সোডিয়াম মনোক্সাইড

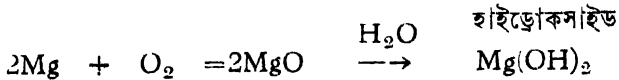
$$4Na + O_2 = 2Na_2O$$

সোডিয়াম অক্সাইড + জল = সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড + অক্সিজেন।

$$2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2$$

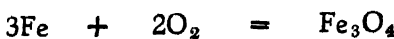
সোডিয়াম মনোক্সাইড + জল = সোডিয়াম হাইড্রোকসাইড

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$

ম্যাগনেসিয়াম + অক্সিজেন = ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড $\xrightarrow{\text{জল}}$ ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোকসাইড

$$2Mg + O_2 = 2MgO \xrightarrow{H_2O} Mg(OH)_2$$

এইবার ইহাতে লাল লিটমাস্ কাগজ দিলে উহা নীল হইয়া যাইবে।

(ঙ) একটি লৌহ তারের মাথায় কিছু গন্ধক মাখাইয়া বার্নারে উত্তপ্ত করিয়া অক্সিজেন-পূর্ণ জারে প্রবেশ করান হইল। ইহাতে লৌহের তারটি আরও উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে আরম্ভ করিবে। শ্বেত-তপ্ত আয়রণ অক্সাইডের কণাগুলি চারিদিকে ছড়াইয়া পড়িবে ও জারের তলদেশে লৌহের কাল অক্সাইড জমিবে।

লৌহ + অক্সিজেন = লৌহের অক্সাইড।

$$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4$$

(৮) তাম্র এবং রৌপ্য প্রভৃতি ধাতু অক্সিজেনের সংস্পর্শে উত্তপ্ত করিলে উহারা ধীরে ধীরে অক্সাইডে পরিণত হয়। এই সময়ে কোন আলো পাওয়া যায় না। ইহাকে আমরা সাধারণতঃ মৃদু দহন বলিয়া থাকি।

(৪) ইহা স্বচ্ছ বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড নামক গ্যাসের সংস্পর্শে গাঢ় বাদামী রংয়ের নাইট্রোজেন পারঅক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়। অক্সিজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ করিতে গেলে ইহার সাহায্য লওয়া হয়।

(৫) ইহা পটাসিয়াম পাইরোগ্যালেটের ক্ষারীয় দ্রবণ বা অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস-ক্লোরাইড দ্রবণে বিশোষিত হয়।

অক্সিজেনের ব্যবহার : (১) অক্সিজেন জীবের শ্বাস-ক্রিয়ায় সহায়তা করে। রোগীর শ্বাসকষ্টের সময়, 'অধিক উচ্চতায় পর্বতারোহণ বা বিমান-ভ্রমণের সময় এবং জলের নীচে ডুবুরীদের কাজ করিবার সময়ে বা সাবমেরিণের কর্মীদের এই গ্যাস বিশেষ কাজে লাগে।

(২) সালফিউরিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী কবিবার সময়েও ইহা ব্যবহৃত হয়।

(৩) অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস মিশ্রণ করিয়া জ্বালাইলে প্রভূত উত্তাপের সৃষ্টি হয়। ধাতু-শিল্পের ওয়েলডিংএর কাজে অক্সাই-হাইড্রোজেন বা অক্সাই-অ্যাসিটিলিন শিখার প্রয়োজন হয়।

অক্সাইড (Oxides) : কয়েকটি ব্যতীত সকল মৌলের সহিত অক্সিজেন প্রত্যক্ষভাবে যৌগ গঠন করে। এই যৌগগুলিকে অক্সাইড বলা হয়। অক্সাইডগুলিকে সাধারণতঃ ধাতব ও অধাতব অক্সাইডে ভাগ কবা হইয়া থাকে। অধাতব অক্সাইড গ্যাস, তরল বা কঠিন হইতে পারে। অধাতব অক্সাইডে জল দিলে সাধারণতঃ অ্যাসিড উৎপন্ন হয়; এবং নীল লিটমাস্ কাগজ দিলে লাল হইয়া যায় (যেমন—সালফার, ফসফোরাস এবং কার্বনের অক্সাইড)। ধাতব অক্সাইড কঠিন হয়। উহাদের মধ্যে জল দিলে ক্ষার উৎপন্ন হয় এবং উহারা লাল লিটমাস্‌কে নীলে পরিণত করে। ইহারা নানা বর্ণের হইয়া থাকে; যথা—মারকিউরিক অক্সাইড লাল, কপার অক্সাইড কালো, জিঙ্ক অক্সাইড সাদা, লেড-মনোক্সাইড হলুদ ইত্যাদি। সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইড ক্ষার-জাতীয়।

অধাতুর কোন কোন অক্সাইড আবার ক্ষার বা অ্যাসিড কোন জাতীয়ই নহে। হাইড্রোজেনের অক্সাইড হইল জল। ইহা ক্ষারও নহে আবার অম্লও

নহে। কার্বনমনোক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড প্রভৃতিও সেইরূপ। এইগুলি নিরপেক্ষ বা প্রশম অক্সাইড। কার্বন-ডাই-অক্সাইড বা নাইট্রোজেন পেণ্টোক্সাইড অ্যাসিড জাতীয়। আবার অতিরিক্ত অক্সিজেন সম্বলিত কোন কোন ধাতব অক্সাইডও ক্ষেত্রবিশেষে অ্যাসিড জাতীয় হয়; যেমন—ক্রোমিয়াম ও ম্যাঙ্গানীজের অতিরিক্ত অক্সিজেন-সম্বলিত অক্সাইড (CrO_3, Mn_2O_7 ইত্যাদি)। অতএব অক্সাইড প্রধানতঃ তিন প্রকার—(১) **অ্যাসিড জাতীয়,** (২) **ক্ষারজাতীয়** এবং (৩) **নিরপেক্ষ বা প্রশম।**

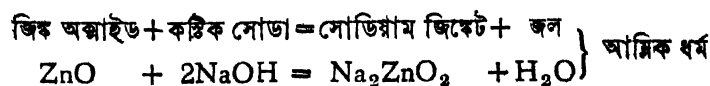
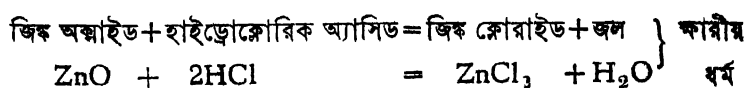
অক্সাইড

ধাতব	অধাতব
(১) ইহারা কঠিন হয়।	(১) ইহারা গ্যাসীয়; তরল বা কঠিন হইতে পারে।
(২) ইহারা ক্ষারজাতীয় হয়। [অতিরিক্ত অক্সিজেন-সম্বলিত কোন কোন অক্সাইড অ্যাসিড-জাতীয় হয়]	(২) ইহারা অ্যাসিড জাতীয় হয়। [কোন কোন অক্সাইড নিরপেক্ষ হয়]
(৩) ইহাদের জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস্‌কে নীলে পরিণত করে (ক্ষার-জাতীয় অক্সাইড)	(৩) ইহাদের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস্‌কে লালে পরিণত করে (অ্যাসিড-জাতীয় অক্সাইড)

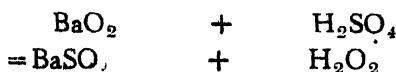
ইহা ছাড়া অন্যান্য ধরণের অক্সাইডও আছে। যেমন, (i) **উভধর্মী,** (ii) **পার-অক্সাইড,** (iii) **মিশ্র,** (iv) **উচ্চ** (Poly) **অক্সাইড।**

(i) **উভধর্মী অক্সাইড :**—ইহাদের মধ্যে আম্লিক ও ক্ষারীয় উভয় প্রকার গুণই দৃষ্ট হয়। উদাহরণ—জিঙ্ক অক্সাইড (ZnO), অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3) ইত্যাদি।

জিঙ্ক অক্সাইড + হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = জিঙ্ক ক্লোরাইড + জল
$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$ } **ক্ষারীয় ধর্ম**

জিঙ্ক অক্সাইড + কষ্টিক সোডা = সোডিয়াম জিঙ্কেট + জল
$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$ } **আম্লিক ধর্ম**

(ii) **পার-অক্সাইড** :—যে সকল অক্সাইড লঘু অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দেয়, তাহারা পার-অক্সাইড। যেমন—বেরিয়াম পার-অক্সাইড (BaO_2), সোডিয়াম পার-অক্সাইড (Na_2O_2) ইত্যাদি। বেরিয়াম পার-অক্সাইড + সালফিউরিক অ্যাসিড

= বেরিয়াম সালফেট + হাইড্রোজেন পার অক্সাইড,

$$BaO_2 + H_2SO_4$$
$$= BaSO_4 + H_2O_2$$

(iii) **মিশ্র অক্সাইড** :—একই ধাতুর একাধিক প্রকারের অক্সাইডের মিশ্রণ অনেক সময়ে একসঙ্গে থাকে, তাহাদিগকে মিশ্র (mixed) অক্সাইড বলা হয়। যেমন, (*a*) ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4) = ফেরাস অক্সাইড (FeO) + ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3)

(*b*) রেডলেড (Pb_3O_4 = লেড মনোক্সাইড ($2PbO$) + লেড ডাই-অক্সাইড (PbO_2)

(iv) **উচ্চ অক্সাইড** :—যে সকল ধাতুর অক্সাইডে যে পরিমাণ অক্সিজেন থাকা উচিৎ তাহা অপেক্ষা বেশী অক্সিজেন থাকিলে, উহাদের উচ্চ অক্সাইড বলা হয়। যেমন,—ম্যাঙ্গানীজ হেপ্টোক্সাইড (Mn_2O_7)

Questions to be discussed

1. How will you prepare oxygen in the laboratory ? State its properties and uses.

2. How will you prepare oxygen from the following substances ?—

(*i*) Liquid air (*ii*) Mercuric oxide (*iii*) potassium nitrate (*iv*) lead nitrate (*v*) sodium peroxide. Give equations.

3. Prepare a gas in the laboratory that may require a catalyst for its production. Name the catalyst and state its function. What would have happened if the catalyst were not used ?

4. Define 'catalysis'. What are the types of catalysis ? Give illustrations. Prove that MnO_2 remains unchanged in mass at least after the production of oxygen. What is the utility of using MnO_2 as a catalyst here ?

5. (*a*) What would be the result, if air constituted 80% of O_2 by volume ?

(*b*) Millions of creatures breathe and millions of substances burn ; and all these processes consume oxygen. But after millions of years the volumetric proportion of O_2 in air remains constant. Give reasons.

6. What do you mean by 'oxides' ? How many types of oxides are known ? Give examples of each.

7. What are 'acidic' and 'basic' oxides ? Give examples. What are the general properties of these oxides ? How can you identify acidic oxides from basic oxides ? Give reactions with equations.

8. Define and illustrate amphoteric oxide, per-oxide, neutral oxide,poly-oxide and mixed oxide. What are the general properties of amphoteric oxides and per-oxides ?

9. How would you show that BaO_2 is a per-oxide, Mn_2O_7 is a poly-oxide and Fe_3O_4 is a mixed oxide ? Give reactions with equations.

10. Classify the following oxides and justify your classification by any suitable reaction :—

CO, CO_2, P_2O_5, ZnO, NO, SO_2, Al_2O_3, Pb_3O_4, SiO_2, MnO_2, Na_2O_2, NO_2 and CaO.

11. (*a*) Discuss the commercial process of preparing oxygen from liquid air.

(*b*) Carbon, sulphur, sodium, magnesium and phosphorous are burnt separately in jars containing O_2. What would happen ? What would be the compounds when water will be added to them ? What will be the nature of the products ?

নাইট্রোজেন—(সংকেত N_2)

1772 খ্রীষ্টাব্দে রাদারফোর্ড এই গ্যাসটি আবিষ্কার করেন। শিলী এই গ্যাসটির নাম দেন 'অপ-বায়ু'। 1775 খ্রীষ্টাব্দে ল্যাভয়সিয়ার ইহার মৌলিকত্ব প্রমাণ করেন, এবং নাম দেন 'অ্যাজোট' (Azote) ('a' অর্থে no, 'Zoe' অর্থে life) অর্থাৎ নিষ্প্রাণ বায়ু। এই গ্যাসীয় মৌলটি 'নাইটারে' প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় বলিয়া 1790 খ্রীষ্টাব্দে ফরাসী বিজ্ঞানী চাপ্‌টাল্ ইহার নাম দেন 'নাইট্রোজেন'।

প্রাপ্তিস্থান : বায়ুর পাঁচ ভাগের প্রায় চার ভাগই নাইট্রোজেন। ইহা ছাড়া প্রকৃতিতে যৌগ হিসাবে চিলি সল্টপিটার (সোডিয়াম নাইট্রেট), সোরা (পটাসিয়াম নাইট্রেট) ও প্রোটিনের মধ্যে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

প্রস্তুতি : (১) (ক) বায়ুর প্রধান উপাদান অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন। ইহা হইতে অক্সিজেনকে দূরীভূত করিতে পারিলেই নাইট্রোজেন পাওয়া যাইতে পারে। আবদ্ধ পাত্রে ফসফোরাস, ম্যাগনেসিয়াম, গন্ধক ইত্যাদি পোড়াইলে পাত্রমধ্যস্থিত অক্সিজেন নিঃশেষিত হয়। ঐ সকল পদার্থের অক্সাইড গঠন করিতে গিয়া অক্সিজেন সম্পূর্ণভাবে ব্যয়িত হয় এবং অপেক্ষাকৃত নিষ্ক্রিয় নাইট্রোজেন পড়িয়া থাকে।

(খ) অতি উত্তপ্ত তাম্রখণ্ডের মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালনা করিলে বায়ুর অক্সিজেন তাম্রের সহিত মিলিত হইয়া অক্সাইড গঠন করে। এইভাবে বায়ুর অক্সিজেন অপসারিত করিয়া নাইট্রোজেন সংগ্রহ করা যায়।

পরীক্ষা : একটি তাম্র কুচি পূর্ণ ধাতব নলকে উচ্চ উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিয়া ইহার মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালনা করিলে নল হইতে নাইট্রোজেন বাহির হইয়া আসিবে।

তাম্র + বায়ু (অক্সিজেন + নাইট্রোজেন) = তাম্র-অক্সাইড + নাইট্রোজেন

$$[2Cu + Air \quad (O_2 \quad + \quad N_2) \quad = 2CuO \quad + \quad N_2]$$

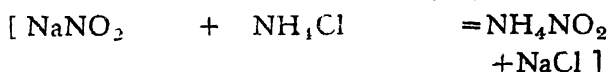
বায়ু হইতে যে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়, তাহা স্বভাবতই বিশুদ্ধ নহে। ইহাতে জলীয় বাষ্প, কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও নানা প্রকার উদাসী (Inert)

গ্যাস থাকিয়া যায়। জলীয় বাষ্প ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড সহজেই দূরীভূত করা যাইতে পারে (নিরুদক-dehydrating agent এবং কষ্টিক পটাস দ্রবণের মধ্য দিয়া পরিচালনা করিয়া); কিন্তু উদাসী গ্যাসগুলি পৃথক করা কষ্টসাধ্য। তপ্ত তাম্র কুচি পূর্ণ নলে বায়ু পরিচালনার পূর্বেই এইরূপ বিশুদ্ধীকরণ বিধেয়।

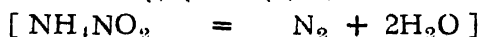
(২) **রসায়নাগার-পদ্ধতি**ঃ এই পদ্ধতিতে সাধারণতঃ অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের দ্রবণ উত্তপ্ত করিয়া নাইট্রোজেন সংগ্রহ করা হইয়া থাকে। কেবল মাত্র অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট উত্তপ্ত করিলে অতি দ্রুত নাইট্রোজেন বিযোজন সুরু হয়। এই বিক্রিয়াকে সংযত করা কঠিন এবং ইহাতে বিস্ফোরণের সম্ভাবনা থাকে। সেই কারণে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। এই মিশ্রণকে অল্প উত্তপ্ত কবিলেই নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড প্রথমে অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট ও সোডিয়াম ক্লোরাইডেব সৃষ্টি কবে।

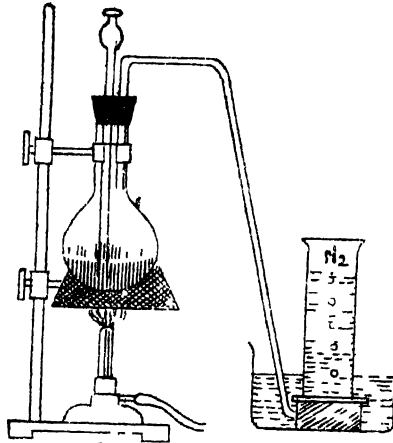
সোডিয়াম নাইট্রাইট + অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড = অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট + সোডিয়াম ক্লোরাইড

$$[\,NaNO_2 + NH_4Cl = NH_4NO_2 + NaCl\,]$$

অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট উৎপন্ন হইবাব সঙ্গে সঙ্গে উত্তাপের সংস্পর্শে আসিয়া বিশ্লিষ্ট হয়। সেই কারণে বিস্ফোরণ ঘটে না।

অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট = নাইট্রোজেন + জল

$$[\,NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O\,]$$

পরীক্ষা।—একটি গোল-তল ফ্লাস্কে সম পরিমাণ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম নাইট্রাইটের দ্রবণ লওয়া হইল। ফ্লাস্কের মুখে দুই ছিদ্র-যুক্ত কর্ক লাগান হইল। উহার একটিতে দীর্ঘনল ফানেল প্রবিষ্ট হইল, যাহা দ্রবণের মধ্যে ডুবিয়া রহিল। দ্বিতীয় ছিদ্রে একটি নির্গম নল লাগান থাকিবে যাহার অপর প্রান্ত জলে নিমজ্জিত মধুকোষ-পীঠে প্রবিষ্ট হইবে। একটি জল-পূর্ণ গ্যাসজার মধুকোষ পীঠের (Bee-hive Shelf) উপর উপুড় করা আছে।

ধীরে ধীরে ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত করা হইল। গ্যাস বাহির হইতে আরম্ভ করিলেই উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করিতে হইবে; কারণ, বিক্রিয়া দ্রুত গতিতে হইতে থাকিলে ফ্লাস্ক ফাটিয়া যাইতে পারে।

এই গ্যাস জলের নিম্নভ্রংশ (downward displacement) দ্বারা গ্যাস জারে সংগৃহীত হইবে। এই নাইট্রোজেনে অল্প পরিমাণে ক্লোরিন, অ্যামোনিয়া ও নাইট্রিক-অক্সাইড মিশ্রিত থাকিতে পারে। ইহাদের অপসারিত করিতে হইলে এই গ্যাসকে প্রথমে একটি তীব্র ক্ষারের (KOH) মধ্য দিয়া পরিচালিত

নাইট্রোজেন প্রস্তুতি

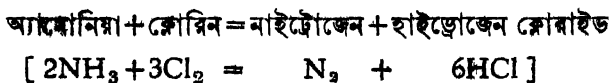
করিতে হইবে এবং পরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া ইহাকে শুষ্ক করা যাইবে। অবশিষ্ট গ্যাসকে উত্তপ্ত কপারের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিলে NO, N_2তে পরিণত হইবে। এই বিশুদ্ধ গ্যাসকে জলের পরিবর্তে বিশুদ্ধ পারদের উপর সংগ্রহ করিলে, বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন পাওয়া যাইবে।

সাবধানতা—(i) অল্প উত্তাপ দিতে হইবে এবং গ্যাস বাহির হইতে সুরু করিলেই উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করিতে হইবে। বিক্রিয়া দ্রুত হইলে ফ্লাস্কটিকে ঠাণ্ডা জলে বসাইয়া শীতল করিয়া লইতে হইবে।

(ii) দীর্ঘ-নল ফানেল লাগান থাকে, কেননা গ্যাসের চাপ বাড়িলে এই পথে ফ্লাস্কের দ্রবণ ফানেলের মুখে উঠিয়া যাইবে।

(৩) (ক) অ্যামোনিয়াকে ক্লোরিন দ্বারা জারিত করিলে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

অ্যামোনিয়া + ক্লোরিন = নাইট্রোজেন + হাইড্রোজেন ক্লোরাইড

$$[\ 2NH_3 + 3Cl_2 = N_2 + 6HCl\ ]$$

(খ) অ্যামোনিয়াম-ডাই-ক্রোমেটকে উত্তপ্ত করিলেও নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। ইহাতে কিন্তু বিস্ফোরণে অধিক সম্ভাবনা।

অ্যামোনিয়াম ডাই-ক্রোমেট = নাইট্রোজেন + ক্রোমিক অক্সাইড + জল।

$$[(NH_4)_2Cr_2O_7 = N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O]$$

নাইট্রোজেনের ধর্ম :

ভৌত ধর্ম : ইহা বর্ণহীন, গন্ধহীন ও স্বাদহীন গ্যাসীয় পদার্থ। ইহার ঘনত্ব, 14। বায়ু হইতে ইহা সামান্য হাল্‌কা। তরল নাইট্রোজেনের স্ফুটনাংক $-195^\circ C$। জলে ইহার দ্রাব্যতা অত্যন্ত কম।

রাসায়নিক ধর্ম : ইহা একটি প্রশম গ্যাস।

(১) লিটমাসের উপর ইহার কোন ক্রিয়া নাই।

পরীক্ষা :—একটি নাইট্রোজেন পূর্ণ গ্যাস-জারে কিছু লিটমাস দ্রবণ ঢালা হইল। জারের মুখ বন্ধ করিয়া ভাল ভাবে ঝাঁকান হইল। লিটমাসের রং অপরিবর্তিত রহিল।

(২) ইহা নিজে জ্বলে না। দহনে সাহায্যও করে না।

পরীক্ষা :—নাইট্রোজেন পূর্ণ একটি গ্যাস-জারে একটি জ্বলন্ত পাটকাঠি প্রবেশ করান হইলে কাঠিটি তৎক্ষণাৎ নিভিয়া যাইবে এবং গ্যাসটিও জ্বলিবে না।

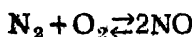
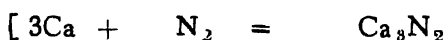
(৩) সাধারণ তাপমাত্রায় ইহা নিষ্ক্রিয়; কিন্তু অধিক তাপমাত্রায় ইহা হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রভৃতির সহিত মিলিত হইয়া যৌগ গঠন করে।

(ক) লৌহ-চূর্ণ অণুঘটকের সাহায্যে অতি উচ্চচাপে (200 বায়ুমণ্ডল চাপে) এবং $550^\circ C$ তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া অ্যামোনিয়া সৃষ্টি করে। $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$

(নাইট্রোজেন + হাইড্রোজেন = অ্যামোনিয়া)

(খ) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন অতি উচ্চ তাপমাত্রায় ($3000^\circ C$) নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন করে। এই উত্তাপ সৃষ্টির জন্য বিদ্যুৎস্ফুলিঙ্গ ব্যবহার করা হয়।

নাইট্রোজেন + অক্সিজেন = নাইট্রিক অক্সাইড।

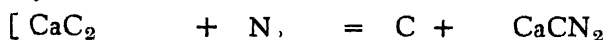
$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

(গ) ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ধাতু এবং ক্যালসিয়াম কার্বাইড নাইট্রোজেন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে উহাদের সহিত নাইট্রোজেন যুক্ত হয়।

(1) ক্যালসিয়াম + নাইট্রোজেন $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ ক্যালসিয়াম নাইট্রাইড

[$3Ca + N_2 = Ca_3N_2$

ম্যাগনেসিয়াম + নাইট্রোজেন $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড

[$3Mg + N_2 = Mg_3N_2$]

(11) ক্যালসিয়াম কারবাইড + নাইট্রোজেন $\xrightarrow{\text{উত্তাপ}}$ কার্বন + ক্যালসিয়াম সাইনামাইড

[$CaC_2 + N_2 = C + CaCN_2$

এই সমস্ত পদার্থ জলে দিলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

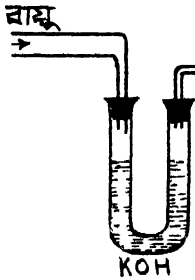
(৪) এই গ্যাস প্রত্যক্ষভাবে শ্বাসকার্যে সহায়তা করে না; কিন্তু ইহা বিষাক্ত নহে।

ব্যবহার :—(১) বায়ুর নাইট্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া ও নাইট্রিক অ্যাসিড তৈরী হইয়া থাকে।

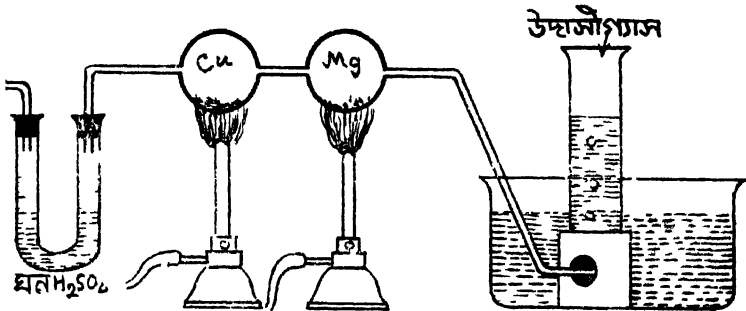
(২) ইহা হইতে জমির সার, যথা—অ্যামোনিয়াম সালফেট, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ইত্যাদি তৈয়ারী কবা হইয়া থাকে। নাইট্রোজেন উদ্ভিদজগতের পক্ষে অপরিহার্য। প্রোটিন-উৎপাদনে নাইট্রোজেন প্রয়োজন, সুতরাং নাইট্রোজেন প্রাণী জগতের বাঁচিবার উপকরণ।

বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেনে উদাসী গ্যাসের অস্তিত্ব :

বায়ুতে কয়েকটি উদাসী গ্যাস আছে। বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেন গ্যাস হইতে ইহাদিগকে অপসারণ করা শক্ত। পূর্বে এই সকল গ্যাসের অস্তিত্ব বৈজ্ঞানিকগণের জানা ছিল না। 1894 খ্রীষ্টাব্দে লর্ড র‍্যালে বায়ু হইতে প্রাপ্ত 1 লিটার (1000 c.c.) নাইট্রোজেন ওজন করিয়া দেখিলেন যে উহার ওজন 1·2572 গ্রাম। কিন্তু অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট হইতে প্রাপ্ত 1 লিটার বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন ওজন করিয়া দেখিলেন উহার ওজন 1·2505 গ্রাম। এইরূপ পার্থক্য হইল কেন? লর্ড র‍্যালে চিন্তা করিলেন যে এই পার্থক্যের একমাত্র কারণ হইতেছে যে বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেনে কিছু অজানা ভারী গ্যাস মিশ্রিত আছে। তাঁহার চিন্তাই সত্যে পরিণত হইল। লর্ড র‍্যালে এবং স্যার

উইলিয়াম র‍্যাম্‌জে মিলিত ভাবে এই অজানা গ্যাস আবিষ্কারে ব্রতী হইলেন, এবং আর্গন ('Argon' অর্থে অলস) নামক নূতন এক উদাসী গ্যাস আবিষ্কার করিলেন। উদাসী গ্যাস আবিষ্কারে ইহাই প্রথম সাফল্যমণ্ডিত পদক্ষেপ। ইহার পরে আরও বহু উদাসী গ্যাস আবিষ্কৃত হইয়াছে, যেমন ক্রিপ্‌টন, নিয়ন, জেনন ইত্যাদি।

এই গ্যাসগুলিকে উদাসী বলা হয়, কেননা ইহারা কোন কিছুর সহিত যৌগ গঠন করিতে চায় না।

বায়ুতে এই সকল গ্যাসের শতকরা অনুপাত হইল 0·8%।

CO_2 মুক্ত বায়ু

বায়ু হইতে উদাসীগ্যাস পৃথকীকরণ

এই সকল গ্যাস বিজলী-বাতি শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

[বাতাসকে পর পর ঘন কস্টিক-পটাস দ্রবণ (কার্বন ডাই অক্সাইড শোষণ করে), ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (জলীয় বাষ্প শোষণ করে), এবং উত্তপ্ত কপারের উপর দিয়া পরিচালিত করিয়া (অক্সিজেন শোষণ করে) পরে উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়ামের উপর দিয়া কয়েকবার পরিচালিত করিলে অবশিষ্ট নাইট্রোজেন শোষিত হয়। যে অংশ শেষপর্যন্ত অবিকৃত থাকে, তাহাই উদাসী গ্যাসগুলির মিশ্রণ।]

Questions to be dicussed

1. How would you prepare nitrogen in the laboratory ? How would you purify the gas ? State its properties and uses.

2. Which gas was called "azote" by Lavoisier ? Why ?

How is the gas made to combine with (*i*) H_2 (*ii*) O_2 (*iii*) Ca and (*iv*) Al ? State the conditions and give equations.

3. State how you can prepare nitrogen from the following substances :—

(*i*) Liquid air (*ii*) ammonium nitrite and (*iii*) ammonia.

4. You are given a sample of sodium nitrate ($NaNO_3$). How would you prepare nitrogen from that ?

5. Prove that atmospheric N_2 contains inert gases.

6. Name the inert gases. Why are they called 'inert' ? How were they discovered ? How were they isolated from atmospheric nitrogen ? What is the valency of the inert gases ?

7. Nitrogen constitutes about 80% of air by volume But why is it that it is found in less amount in earth's crust ? What are the uses of atmospheric nitrogen ?

8. You are given two jars containing N_2 and O_2. How would you identify them ?

১০

জল—(সংকেত H_2O)

পূর্বে জলকে একটি মৌলিক পদার্থ বলিয়া ধরা হইত। প্রাচীন ভারতীয় রসায়নীগণ ইহার নাম দিয়াছিলেন 'অপ্'। বৃটিশ বিজ্ঞানী হেনরী ক্যাভেণ্ডিশ 1781 খ্রীষ্টাব্দে সবপ্রথম ইহার মৌলিকত্ব খণ্ডন করেন। তিনি হাইড্রোজেন (ফ্লোজিষ্টন-পূর্ণ বায়ু ছিল উহার তখনকার পরিচয়) ও অক্সিজেনের মিশ্রণের মধ্যে বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালনা করিয়া জল তৈয়ারী করিতে সক্ষম হন। 1783 খ্রীষ্টাব্দে ল্যাভয়সিয়ার বিভিন্ন প্রকারে ক্যাভেণ্ডিশের পরীক্ষাটি যাচাই করেন। ল্যাভয়সিয়ার জলীয় বাষ্পকে অত্যুত্তপ্ত লৌহচূর্ণের মধ্য দিয়া পরিচালনা করিয়া লৌহের অক্সাইড এবং হাইড্রোজেন পান। এইরূপে বিভিন্ন পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত হইল যে জল একটি যৌগিক পদার্থ; এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিলনে উহার সৃষ্টি।

জল ও জীবন : জলের সহিত পরিচয় আমাদের জন্ম হইতেই। জলের সহিত প্রাণী-জীবনের এত নিগূঢ় সম্বন্ধ যে জলের আর এক নাম 'জীবন'। আর্য ঋষিগণ জলকে দেবতার মর্যাদা দিয়াছেন। জল আছে বলিয়াই জীব-জগৎ বাঁচিয়া আছে। উদ্ভিদ মৃত্তিকা হইতে জলে দ্রবীভূত খাদ্য শিকড়ের সাহায্যে গ্রহণ করে। খাদ্য ও পানীয় মারফৎ প্রাণীর শরীরেও জল যায়। মানুষের দেহের ওজনের প্রায় এক তৃতীয়াংশ জল। দেহে জলের প্রয়োজন হইলে তৃষ্ণা অনুভূত হয়। জীবন-ধারণের পক্ষে জল অপরিহার্য।

জলের ব্যবহার :

মানুষের বিভিন্ন কাজে জল ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(১) পানীয় হিসাবে।

(২) ধোয়া-মোছার কাজে।

(৩) শিল্পে, যথা—বয়লারে বাষ্পোৎপাদনের জন্য, ফটোগ্রাফীতে, ঔষধ-শিল্পে, নানাবিধ রাসায়নিক শিল্পে, কারখানায় এবং রাসায়নিক পরীক্ষার কার্যে।

(৪) জল-সেচনের কার্যে।

এবং (৫) দ্রাবক হিসাবে ও অন্যান্য বহুবিধ কার্যে।

জলের উৎস : জলের উৎস দুই প্রকার—**প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম।**

(১) **প্রাকৃতিক জল**—(ক) **সমুদ্র-জল,** (খ) **নদী, খাল, বিল, হ্রদ ইত্যাদির জল,** (গ) **বৃষ্টির জল,** (ঘ) **প্রস্রবণ-জল**—এইগুলি হইতেছে প্রাকৃতিক জল। ভূপৃষ্ঠে প্রকৃতির দান-স্বরূপ আমরা এই জল পাই।

(২) **কৃত্রিম জল** – যে জল মানুষকে পরিশ্রম করিয়া অর্থাৎ খনন করিয়া ভূ-গর্ভের তলদেশ হইতে পাইতে হয়, তাহাই হইতেছে কৃত্রিম জল। কূপ, পুকুর, নলকূপ, কৃত্রিম জলাশয় ইত্যাদির জলকে কৃত্রিম জল বলা হইয়া থাকে।

(ক) **সমুদ্র-জল**—ভূপৃষ্ঠের তিন-চতুর্থাংশ জল। প্রকৃত-পক্ষে সকল প্রকার জলের উৎস হইল এই সমুদ্র-জল। সূর্যের উত্তাপে সমুদ্র-জল বাষ্পীভূত হইয়াই মেঘের সৃষ্টি হয় এবং বৃষ্টি হয়। এই বৃষ্টি-জল হইতেই মৃত্তিকার অভ্যন্তরে জলের সৃষ্টি। নদী-জলেরও উৎস এই সমুদ্র-জল-বাষ্প।

কিন্তু সমুদ্র-জল বিশুদ্ধ নয়। ইহাতে নানাপ্রকার ধাতব লবণ দ্রবীভূত থাকে; সর্বাপেক্ষা বেশী থাকে সাধারণ লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড। ইহা ছাড়াও পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ সমুদ্র-জলে আছে। সমুদ্র-জলে লবণের পরিমাণ শতকরা 3·6% ; ইহার মধ্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড হইল শতকরা 2·6 ভাগ। ইহা পানের উপযোগী নয়।

(খ) **নদীর-জল**—বৃষ্টি-জল এবং হিমবাহের তুষার-গলা জল হইতেই নদীর সৃষ্টি। নদী সাধারণতঃ পর্বত হইতে উৎপন্ন হয় বলিয়া নদীর খর-স্রোতে শিলা ক্ষয-প্রাপ্ত হইয়া সূক্ষ্ম পলি-মৃত্তিকায় পরিণত হয়। নদীজলে পলি-মৃত্তিকা ভাসমান অশুদ্ধি হিসাবে থাকে। বৃষ্টিজল ভূপৃষ্ঠ ধৌত করিয়া নদীর সহিত মিলিত হয় বলিয়া নদী-জলে রোগ-বীজাণু থাকে। অপরিস্রুত অবস্থায় ইহা পান করা স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকর।

(গ) **বৃষ্টি-জল**—বিভিন্ন জলাশয়, যথা—সমুদ্র, নদী, হ্রদ ইত্যাদি হইতে জল সূর্যোত্তাপে বাষ্পীভূত হয়। এই জলীয় বাষ্প অধিক উচ্চতায় উঠিলে শীতল হইয়া ধরা-পৃষ্ঠে বৃষ্টিরূপে পতিত হয়। এই প্রক্রিয়া একপ্রকার পাতন। বৃষ্টি-জল সেই কারণে অনেকটা বিশুদ্ধ। কিন্তু মাটিতে পড়িবার সময়ে বায়ুর ধূলিকণা, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, নানাবিধ গ্যাস এবং

নাইট্রোজেনের অক্সাইড, অ্যামোনিয়া প্রভৃতি ইহাতে মিশ্রিত হয়। ফলে, সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ অবস্থায় ইহা না পাওয়া গেলেও, প্রাকৃতিক জলের মধ্যে ইহাই সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ।

প্রস্রবণ-জল—বৃষ্টি-জল মাটিতে পড়িয়া ভূপৃষ্ঠের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে; এবং প্রবেশ্য স্তর ভেদ করিয়া অপ্রবেশ্য স্তরে গিয়া দাঁড়াইয়া থাকে। প্রবেশ্য স্তরের মধ্য দিয়া যাইবার সময় ইহা পরিস্রুত হইয়া যায় এবং ইহার মধ্যের ভাসমান ধূলিকণা হইতেও ইহা মুক্ত হয়। কিন্তু মৃত্তিকার লবণসমূহ কিছু পরিমাণে ইহার সহিত মিশ্রিত হইয়া যায়। যে স্থানে গন্ধকের পরিমাণ বেশী, সেই স্থানে গন্ধক ইহার সহিত মিশ্রিত হয়। প্রস্রবণের জলে যদি বেশী পরিমাণ খনিজ-লবণ মিশ্রিত হয়, তবে উহাকে খনিজ-জল (mineral-water) বলা হইয়া থাকে।

প্রস্রবণ-জল আমরা প্রস্রবণ, ঝর্ণা, নলকূপ, আর্টিজীয় কূপ হইতে পাইয়া থাকি। দ্রবীভূত খনিজ-লবণের ধর্মানুসারে এই জলের বিভিন্ন স্বাদ ও ক্রিয়া দেখা যায়। অনেক সময় ইহা স্বাস্থ্যের পক্ষে উপকারী। রাজগীর, ভুবনেশ্বর, সীতাকুণ্ডের জল এই কারণে বিখ্যাত।

কৃত্রিম-জল—ইহা সাধারণতঃ পানীয় হিসাবেই কাজে লাগে। ইহা দ্বারা জলসেচনের কার্যও করা হয়।

পানীয়-জল—প্রাকৃতিক জল মাত্রেই পানীয় নয়। ইহাতে নানাপ্রকার লবণ, ধূলাবালি, রোগবীজাণু ইত্যাদি থাকে। অতএব পানীয় জল বিশুদ্ধ না করিয়া পান করা উচিত নয়। কিন্তু সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জল স্বাদহীন; এবং একেবারে স্বাদহীন জল মানুষ পান করিতে পারে না। অক্সিজেন এবং প্রয়োজনীয় খনিজ-লবণ থাকিলে জল সুপেয় এবং স্বাস্থ্যের পক্ষে উপকারী হয়। এই সকল কারণে জলকে পানীয় হিসাবে ব্যবহার করিতে হইলে সর্বপ্রথমে ইহাকে ময়লাশূন্য করিতে হয় এবং সর্বশেষে ইহাকে বীজাণু-মুক্ত করা উচিত। ময়লা-শূন্য করিতে হইলে এমন একটি পরিস্রাবণ প্রণালীর আশ্রয় লওয়া উচিত যাহাতে অল্প সময়ে প্রচুর পরিমাণে জল পরিস্রুত করা যায়।

(ক) নদী-খাল-বিলের ঘোলা জলে ফটকিরী দিয়া রাখিয়া দিলে অদ্রবীভূত ময়লাগুলি থিতাইয়া পড়ে, উপরের জল পরিষ্কার হইয়া যায়। এই উপরের জল অন্য পাত্রে আস্রাবণ করিয়া লইলে পরিষ্কার জল পাওয়া যায়। কিন্তু ইহাতে রোগ বীজাণু তখনও থাকিয়া যায়। ইহাকে ফুটাইয়া

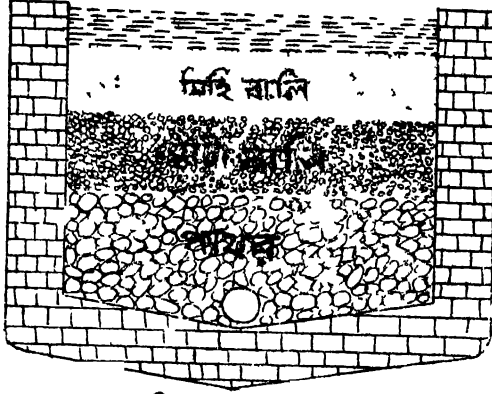
লইলে ইহা অনেকটা বীজাণু মুক্ত হইতে পারে। গ্রামাঞ্চলে এইভাবে পানীয় জল পরিস্রুত করা হয়।

(খ) ইহা ব্যতীত গ্রামাঞ্চলে **কলস-ফিল্টার** ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে পর পর চারিটি কলস (মাটির) সাজান থাকে। সর্বনিম্ন কলস বাদে সব কলসে ছিদ্র থাকে। প্রথম কলসে থাকে জল, দ্বিতীয়টিতে থাকে কাঠ-কয়লা এবং তৃতীয়টিতে থাকে বালি ও নুড়ি। সর্ব নিম্ন চতুর্থটিতে জল সংগৃহীত হয়। প্রথম কলসের ছিদ্র-পথে জল দ্বিতীয় কলসে আসিয়া পড়ে। এখানে কাঠ-কয়লা দ্বারা জল প্রাথমিকভাবে পরিস্রুত হয়। তৃতীয় কলসেব বালি ও নুড়িব মধ্য দিয়া আসিবার সময়ে সূক্ষ্ম ময়লাগুলি আটকাইয়া যায় এবং জল পান করিবার মত পরিস্রুত হয়। কিন্তু ইহাতে তখনও বোগ বীজাণু থাকিতে পারে। ইহাকে জীবাণুমুক্ত করা হয় স্ফুটনেব সাহায্যে। 100°C তাপমাত্রায় প্রায় সকল রোগ বীজাণুই মারা যায়। তখন সেই স্বচ্ছ ও বীজাণু-মুক্ত জল মানুষ পানীয় হিসাবে গ্রহণ কবিতে পাবে। অল্প পরিমাণ জল পরিস্রুত কবিবাব জন্য বার্কফেল্ডফিল্টাব বা পাস্তব ফিল্টার ব্যবহাব করা হইয়া থাকে।

(গ) **সহরের পানীয় জল**—সহরেব লোক সংখ্যা অনেক বেশী। নদী-পুষ্করিণীও দূরে দূবে, কিংবা একেবাবেই নাই। সেই কারণে সহবের লোকেদের জল সরবরাহ মিউনিসিপ্যালিটিকেই কবিতে হয় এবং কলের সাহায্যে বাডী বাড়ী জল পৌছাইয়া দেওয়া হয়। প্রচুর লোকসংখ্যার জন্য বিরাট পরিমাণ জল পরিস্রুত ও বীজাণু মুক্ত করিয়া সববরাহ করিতে হয়। কলিকাতার পানীয় জল সরবরাহ করে কর্পোরেশন। এই বিরাট সহরের অগণিত লোকের জল সরবরাহ বড সোজা কথা নয়। ভাগীরথী হইতে জল উঠাইয়া পলতায় এই জল পরিস্রুত করা হয়; এবং টালার বিরাট-ট্যাংকে ইহা সঞ্চয় করিয়া, পরে নলের সাহায্যে প্রতি গৃহে পাঠান হয়।

দুই পর্যায়ে এই জল পরিস্রুত করা হয়। প্রথমতঃ পাম্পের সাহায্যে নদী হইতে জল উঠাইয়া কতকগুলি বিরাট জলাধারে রাখা হয়। সেই জলাধারে জলের স্রোত না থাকায় অদ্রবণীয় ভাসমান ধূলিকণা থিতাইয়া পরে। প্রয়োজন হইলে শীঘ্র থিতাইবার জন্য ফটকিরী দেওয়া হইয়া থাকে। তার-জালির খাঁচায় ফটকিরীর টুকরা দিয়া এই সব জলাধারে ডুবাইয়া দেওয়া হয়। ইহাতে শীঘ্র ময়লা থিতাইয়া পরে। থিতাইয়া পড়িবার এই বিরাট জলাধারগুলিকে

সাধারণতঃ সেট্‌লিং-ট্যাংক্ বলা হয়। ইহাদের নিকটেই থাকে ফিল্টার-বেড সমন্বিত ট্যাংক্। এইগুলি ইটের তৈয়ারী চতুষ্কোণ চৌবাচ্চা। এইগুলিতে পর পর কতকগুলি স্তর থাকে। সর্বোচ্চে থাকে মিহিবালির স্তব, তারপর মোটা বালির স্তর, তারপব কাঁকব ও সর্বনিম্নে পাথবেব নুড়ির

পানীয় জল পরিস্রাবন

স্তব থাকে। প্রতিটি স্তব কযেক ফুট প্রশস্ত। প্রথমে পাইপে করিয়া সেট্‌লিংট্যাংক হইতে জল এই স্তবগুলিব উপব আনিয়া ফেলা হয। পব পর সাজানো এই সকল পবিস্রাবক-স্তরেব মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে জল পরিস্রুত হইয়া যায। কিন্তু বোগ বীজাণু তখনও থাকিয়া যায। এই বোগ বীজাণুকে দূবীভূত কবিতে বীজাণু-নাশক ঔষধ প্রযোগ কবা হইয়া থাকে। সাধারণতঃ ক্লোরিণ বা ওজোন (Ozone) গ্যাস এই কাযে ব্যবহার করা হয। অতি বেগুনী বশ্মি প্রযোগ কবিলেও বীজাণু মরিয়া যায়।

এইবাব এই জলকে পানীয় হিসাবে গ্রহণ কবা যায। পাম্পেব সাহায্যে ইহাকে উচ্চে অবস্থিত একটি জলাধাবে লইয়া যাওয়া হয। সমোচ্চশীলতা জলেব স্বাভাবিক ধর্ম। উচ্চে অবস্থিত এই জলাধার হইতে এই জল পাইপেব সাহায্যে প্রতি গৃহে প্রেরণ কবা হয়।

খর জল ও মৃদু জল (Hard water and Soft water) :

প্রাকৃতিক জল আলোচনা প্রসঙ্গে আমরা দেখিয়াছি যে জলে অনেক সময়ে নানা ধরণের লবণ দ্রবীভূত থাকে। ইহার ফলে কোন কোন জলে সহজে সাবানেব ফেনা হয় না। **যে জলে সহজে সাবানের ফেনা হয়**

না, তাহাকে খর জল বলা হইয়া থাকে। যে জলে সহজেই সাবানের ফেনা হয়, তাহাকে মৃদু জল বলা হইয়া থাকে।

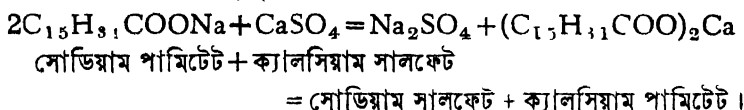
খরতার কারণ—এইরূপ খরতার জন্য দায়ী, জলে দ্রবীভূত বিভিন্ন ধাতব লবণ। সাধারণতঃ ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ ও কখন কখন আয়রণ লবণই খরতার কারণ। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট, ক্লোরাইড ও সালফেট খর জলে থাকে। সাবান যদি জলে দ্রবীভূত হয়, তবে ইহাতে ফেনা হয়।

কিন্তু জলে এই ধরণের লবণ থাকার জন্য সাবানের সহিত সেই সব লবণের বিক্রিয়ার ফলে সাবান অদ্রাব্য পদার্থে পরিণত হয় এবং সাবানের ফেনা হয় না।

সাবানে ষ্টিয়ারিক অ্যাসিড, পামিটিক অ্যাসিড প্রভৃতি কতকগুলি জৈব অ্যাসিডের সোডিয়াম ও পটাসিয়াম লবণ থাকে। সাবানের সহিত খর জলের নিম্নলিখিত বিক্রিয়া হয়।

$$2C_{15}H_{31}COONa + CaSO_4 = Na_2SO_4 + (C_{15}H_{31}COO)_2Ca$$

সোডিয়াম পামিটেট + ক্যালসিয়াম সালফেট

= সোডিয়াম সালফেট + ক্যালসিয়াম পামিটেট।

ক্যালসিয়াম পামিটেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। সুতরাং ইহাতে ফেনা হয় না।

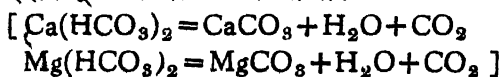
খরতার শ্রেণী বিভাগ :

যে জলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের শুধু বাই-কার্বনেট দ্রবীভূত আছে, উহাকে অস্থায়ী খর জল বলা হয়।

আবার যে জলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের শুধু বাই-কার্বনেট দ্রবীভূত আছে, তাহাকে অস্থায়ী খর জল বলে। সালফেট ও ক্লোরাইড লবণ দ্রবীভূত আছে, তাহাকে স্থায়ী খর জল বলা হয়।

অস্থায়ী খর জলকে মৃদু করণ :

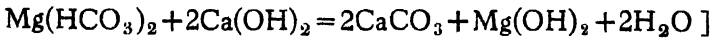
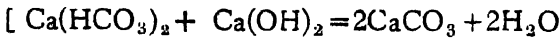
(১) অস্থায়ী খর জলকে ফুটাইয়া মৃদু করা যায়। ইহাকে ফুটাইলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তাপের ফলে ভাঙ্গিয়া যায় এবং অদ্রাব্য কার্বনেট লবণে পরিণত হয় ও কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হইতে থাকে। ঐ দুই ধাতুর কার্বনেট লবণ জলে খুব অল্প পরিমাণে দ্রাব্য। সুতরাং ইহারা ফুটন্ত জলে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া যায়। এই কারণেই পুরাতন কেটলীর নীচে অনেক সময়ে ইহার পুরু স্তর দেখিতে পাওয়া যায়।

$$[\,Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O + CO_2\,]$$

ক্লার্ক পদ্ধতি :

(২) এই পদ্ধতিতে আমরা কলিচূণের সাহায্যে জলের অস্থায়ী খরতা দূর করিতে পারি।

ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট চূণের জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও জল দেয়, এবং ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট দেয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট, ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সাইড ও জল।

[$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + Mg(OH)_2 + 2H_2O$]

বেশী মাত্রায় কলি-চূণ দিলে জলের খরতা দূবাভূত না হইয়া বরং বাড়িয়া যায়, কেননা উহা নিজেই একটি ক্যালসিয়াম-জাত পদার্থ।

স্থায়ী খর জলকে মৃদু করণ :

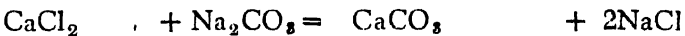
স্থায়ী খর জলে থাকে লৌহ, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের ক্লোরাইড ও সালফেট লবণ। ইহাকে এইভাবে মৃদু করা যায় না। ইহার খরতা দূরীকরণের বিশেষ প্রণালী আছে।

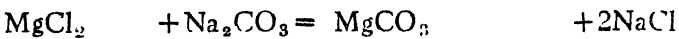
নিম্নোক্ত প্রকারে অস্থায়ী খরতাও দূরীভূত হয়।

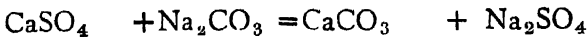
(i) **সোডার সাহায্যে—**

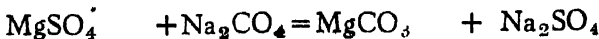
কাপড় কাচা সোডা দিয়া খর জলকে মৃদু জলে পরিণত করা যায়।

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড + সোডা = ক্যালসিয়াম কার্বনেট + লবন।

$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$

ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড + সোডা = ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট + লবন।

$MgCl_2 + Na_2CO_3 = MgCO_3 + 2NaCl$

ক্যালসিয়াম সালফেট + সোডা = ক্যাল-কার্বনেট + সোডিয়াম-সালফেট

$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$

ম্যাগ-সালফেট + সোডা = ম্যাগ-কার্বনেট + সোডিয়াম সালফেট

$MgSO_4 + Na_2CO_4 = MgCO_3 + Na_2SO_4$

(বিক্রিয়া-লব্ধ সোডিয়াম-লবণ জলে দ্রবীভূত হইয়া থাকে এবং ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পড়ে। এইরূপে স্থায়ী খর জলের খরতা দূর করা যায়।)

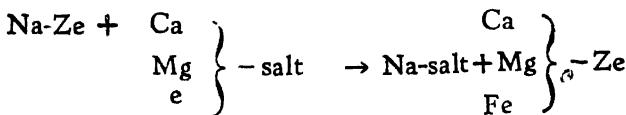
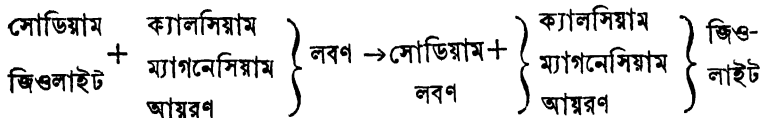
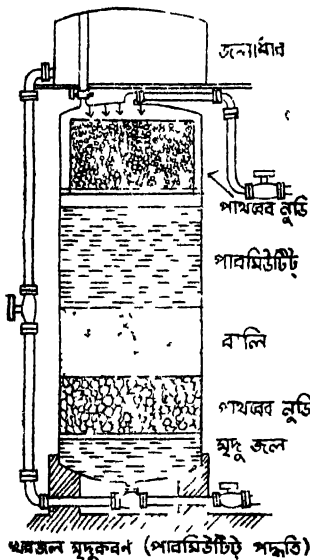
(ii) **জিওলাইট পদ্ধতি :**

সোডার দ্বারা খরতা দূর করা ব্যয়সাধ্য। বর্তমানে যে পদ্ধতিতে খর জলকে অল্প ব্যয়ে মৃদু করা হয়, তাহা হইল জিওলাইট্ পদ্ধতি। 'এই পদ্ধতিতে জিওলাইট (Zeolite) নামক এক প্রকার খনিজপদার্থ ব্যবহার করা হয়। এই খনিজ পদার্থটি সোডিয়াম, অ্যালিউমিনিয়াম, সিলিকণ ও অক্সিজেনের এক প্রকার যৌগিক পদার্থ (সোডিয়াম অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট)। এই সব মৌলের পরমাণুগুলি প্রচুর সংখ্যায় পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হইয়া মৌচাকের মত জিওলাইটেব বিবাট অণু-কাঠামো গঠন করে।

খরজল মৃদুকরন (পারমিউটিট্ পদ্ধতি)

খর জলকে জিওলাইট স্তরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হয়। উহাব অণুগুলি এক একটি বড বালুকণার সমান বলিয়া জলের সহিত ধৌত হইয়া নীচে নামিয়া যায় না। খর জল ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবাব সময়ে ইহাতে দ্রবীভূত লবণেব ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রণ আয়ন জিওলাইটের সোডিয়াম আয়নেব সহিত স্থান বিনিময় করে।

$$\text{সোডিয়াম জিওলাইট} + \left.\begin{matrix}\text{ক্যালসিয়াম}\\ \text{ম্যাগনেসিয়াম}\\ \text{আয়রণ}\end{matrix}\right\}\text{লবণ} \rightarrow \text{সোডিয়াম লবণ} + \left.\begin{matrix}\text{ক্যালসিয়াম}\\ \text{ম্যাগনেসিয়াম}\\ \text{আয়রণ}\end{matrix}\right\}\text{জিওলাইট}$$

$$Na\text{-}Ze + \left.\begin{matrix}Ca\\ Mg\\ e\end{matrix}\right\}-salt \rightarrow Na\text{-}salt + \left.\begin{matrix}Ca\\ Mg\\ Fe\end{matrix}\right\}-Ze$$

ব্যবহৃত জিওলাইটকে পুনঃ পুনঃ ব্যবহার করা যায়, কারণ উৎপন্ন Ca, Mg ও Fe-জিওলাইটে NaCl দ্রবণ পরিচালনা করিলে উহা পুনরায় কার্যকরী হয়।

$$\left.\begin{matrix}Ca\\ Mg\\ Fe\end{matrix}\right\}-Ze + NaCl \rightarrow Na\text{-}Ze + \left.\begin{matrix}Ca\\ Mg\\ Fe\end{matrix}\right\}Cl_2$$

কিছু দিন ব্যবহারের পর জিওলাইট অকেজো হইলেই এই ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়।

বর্তমানে জিওলাইট অপেক্ষা অনেকগুণ শক্তিশালী অনুরূপ গুণ বিশিষ্ট **পারমিউটিট্** (Permutit) নামক এক প্রকার পদার্থ কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হইতেছে। জিওলাইটের স্থলে পারমিউটিট্ লইয়া খর জল ফিলটার করিলে, তাহা অতি সহজে ও অল্প ব্যয়ে মৃদু জলে পরিণত হয়।

গোলাকার এবং উচ্চ একটি ইষ্টক বা লৌহ প্রকোষ্ঠে জিওলাইট বা পারমিউটিট্ রাখিয়া উপর হইতে নীচের দিকে ধীরে ধীরে খর জল প্রবাহিত করা হয়। জিওলাইট বা পারমিউটিট্ স্তরের উপরে ও নীচে সামান্য-মোটা বালির স্তর থাকে। বলা বাহুল্য, স্থায়ী খরতা যে যে পদ্ধতিতে দূরীভূত হয়, অস্থায়ী খরতাও সেই-সেই পদ্ধতিতে দূরীভূত হইবে।

খর জল ব্যবহারের অসুবিধা :

খর জল ব্যবহার করিলে নিম্নলিখিত অসুবিধা ভোগ করিতে হয় :—

(১) কাপড় কাচিতে সাবানের অপচয় হয়।

(২) বেশী খর জল ব্যবহার স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকর। পানীয় হিসাবে ইহা অচল। ডাল প্রভৃতি খাদ্য ইহাতে সিদ্ধ হয় না।

(৩) কেটলীতে খর জল ব্যবহারের ফলে উহার ভিতরে পুরু পর্দা পড়ে। কারখানার বয়লারেও অনুরূপ ভাবে তাপ-কুপরিবাহী পর্দা পড়ে। ইহার ফলে বয়লারে বেশী জ্বালানী কয়লার প্রয়োজন হয়। বয়লার ফাটিয়া যাইবারও আশংকা থাকে।

দ্রবণ ঃ

সংজ্ঞা ঃ দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণের উপাদানগুলির আপেক্ষিক অনুপাতকে যদি নির্দিষ্ট হার পর্যন্ত বর্ধিত করা যায়, তাহা হইলে ঐ মিশ্রণকে দ্রবণ বলা যায়।

উদাহরণ স্বরূপ সরবৎকে ধরা যাক। এক গ্লাস জলে যদি সামান্য চিনি দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহা জলে দ্রবীভূত হইয়া সম্পূর্ণ অদৃশ্য হইয়া যাইবে। এখানে জল দ্রাবক ও চিনি দ্রাব এবং সরবৎ দ্রবণ। দ্রবণটি সমসত্ত্ব হইয়াছে, কেননা এখন ঐ গ্লাসের সরবতের প্রতিটি ফোঁটা সমান মিষ্ট। অতঃপর আরও চিনি মিশান হইল। উহা পুনরায় দ্রবীভূত হইল। এবারও দ্রবণটি সমসত্ত্ব।

কেবলমাত্র দ্রবণের প্রতিটি ফোঁটা অধিকতর মিষ্ট হইয়াছে। এইরূপ ভাবে চিনি, আরও চিনি দিলে শেষে দেখা যাইবে ঘরের বায়ুর উষ্ণতায় আর চিনি দ্রবীভূত হইতেছে না। এই অবস্থায় বলা যাইতে পারে যে ঐ উষ্ণতায় দ্রবণটি **সম্পৃক্ত** হইয়াছে। ইহার পূর্বে যতক্ষণ চিনি দ্রবীভূত হইতেছিল ততক্ষণ উহা **অসম্পৃক্ত** ছিল।

এই প্রসঙ্গে উষ্ণতার কথা উল্লেখযোগ্য, কেননা উষ্ণতা বর্ধিত করিলে দেখা যাইবে, সাধারণ উষ্ণতায় যে দ্রবণটি সম্পৃক্ত ছিল বর্ধিত উষ্ণতায় উহা অসম্পৃক্ত হইয়াছে। উহাতে আরও চিনি দ্রবীভূত হইতেছে।.

যখন দ্রাবক আর দ্রাবপদার্থকে কোন নির্দিষ্ট উষ্ণতায় দ্রবীভূত করিতে পারেনা, তখন সেই উষ্ণতায় দ্রবণকে বলা হয় সম্পৃক্ত।

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় দ্রাবক আরও দ্রাব দ্রবীভূত করিতে সক্ষম হইলে, দ্রবণকে অসম্পৃক্ত (ঐ উষ্ণতায়) বলা হয়।

যখন দ্রাবক অতিরিক্ত দ্রাবের উপস্থিতিতে উহাকে দ্রবীভূত না করিয়া বরং দ্রবণ হইতে কিছু দ্রাব উদ্গার করে, তখন ঐ দ্রবণকে বলা হয় অতিপৃক্ত।

অতিপৃক্ত দ্রবণে কিছু দ্রাব পুনবায় দিলে উহা তো দ্রবীভূত হয়ই না, বরং দ্রবণের ভিতর হইতে কিছু দ্রাব কেলাসিত হইয়া বাহিব হইয়া আসে; এবং দ্রবণেব গাঢ়ত্ব (concentration) কমিয়া যায়।

পূর্ববর্তী পবিচ্ছেদে কিভাবে সোডিয়াম থায়োসালফেটের স্ফটিক হইতে অতিপৃক্ত দ্রবণ তৈয়াবী করিতে পাবা যায়, তাহা বর্ণনা করা হইয়াছে। সোডিয়াম থায়োসালফেট নিজেব স্ফটিক-জলে দ্রবীভূত হইয়া অতিপৃক্ত দ্রবণ সৃষ্টি করে। ঘন চিনির রসও অতিপৃক্ত দ্রবণের উদাহরণ। চিনিব দ্রবণের উষ্ণতা হ্রাস পাওয়া সত্ত্বেও ঐ দ্রবণ অনেক সময়ে অতিরিক্ত চিনিকে উদ্গার করে না।

দ্রাবক হিসাবে জল:

দ্রাবক হিসাবে জলের ব্যবহার ব্যাপক। বহু পদার্থই জলে দ্রবীভূত হয়। চিনি, লবণ, তুঁতে, ফটকিরী, সোরা, হীরাকষ এবং সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়ামের প্রায় সকল লবণই জলে দ্রবীভূত হয়।

তরল পদার্থের মধ্যে স্পিরিট, বিভিন্ন অ্যাসিড, অ্যাসিটোন, বেন্‌জিন্, গ্লিসারিন প্রভৃতি জলের সহিত সমসত্ব মিশ্রণ সৃষ্টি করে। জল এস্থলেও দ্রাবক।

আবার গ্যাসীয়পদার্থের মধ্যে অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, সালফিউ-রেটেড হাইড্রোজেন প্রভৃতি বায়ুস্থিত গ্যাস এবং অন্যান্য বহু গ্যাস জলে কম-বেশী দ্রবণীয়।

O°C উষ্ণতায় জলে শতকরা 3 ভাগ অক্সিজেন দ্রবীভূত হয়। প্রাকৃতিক জলে ঐ দ্রবীভূত অক্সিজেনই জলচর প্রাণীরা প্রশ্বাস হিসাবে গ্রহণ করে।

জলে বায়বীয় কার্বন-ডাই-অক্সাইড আরও অধিক মাত্রায় দ্রবণীয়। জলজ উদ্ভিদ জলে দ্রবীভূত কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে অংগারকে খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে।

জলের এই প্রকার গ্যাসীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলেই গ্যাস বুদ্‌বুদ আকারে বাহির হইতে থাকে। [উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তরল দ্রাবকে গ্যাসের দ্রবণীয়তা কমিয়া যায়।]

পরীক্ষা :

একটি ফ্লাস্ক কানায় কানায় জলে পূর্ণ করা হইল। একটি ছিদ্রযুক্ত কর্ক দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করা হইল, এবং ছিদ্রে একটি নির্গম নল সংযুক্ত করা হইল, যাহার অপর প্রান্ত দ্রোণীতে রক্ষিত জলপূর্ণ পরীক্ষা-নলের মধ্যে প্রবেশ করান হইল। নির্গম নলটিও যেন সম্পূর্ণ জলপূর্ণ থাকে। এইবার বার্নার সাহায্যে ফ্লাস্ক উত্তপ্ত করা হইল। ফ্লাস্কের জল হইতে বুদ্‌বুদ-আকারে গ্যাস বাহির হইয়া পরীক্ষানলের জলকে অপসারিত করিয়া জমা হইবে। ফ্লাস্ক ও নির্গম-নলকে সম্পূর্ণ জলপূর্ণ করিতে হয়, কেননা উৎপন্ন গ্যাস এস্থানে ফাঁক পাইলেই জমা হইবে এবং পরীক্ষা-নল অবধি পৌঁছিবে না। উৎপন্ন গ্যাসের পরিমাণ সামান্য বলিয়া এই সাবধানতা অবলম্বন করা হয়।

গ্যাসের দ্রবণীয়তার উপর চাপের প্রভাব :

দ্রবণীয়তার উপর তাপের প্রভাবের কথা পূর্বেই বলা হইয়াছে। দ্রবণীয়তার উপর চাপেরও প্রভাব আছে। চাপের প্রভাবে গ্যাসের দ্রবণীয়তা বৃদ্ধি পায়। সোডা ওয়াটারে উচ্চচাপে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস দ্রবীভূত করা হয়। এই চাপ যখনই কমাইয়া দেওয়া হয় অর্থাৎ যখন সোডার বোতলের মুখ খোলা হয় তখন সজোরে এই গ্যাস নির্গত হইতে থাকে, কারণ চাপ হ্রাসের ফলে গ্যাসের

দ্রবণীয়তা কমিয়া যায়। [**হেনরীর সূত্র** :—নির্দিষ্ট উষ্ণতায় যে কোন চাপে নির্দিষ্ট আয়তনের তরল একই আয়তনের গ্যাস দ্রবীভূত করে। চাপ বাড়াইলে সম ওজনের গ্যাসের আয়তন হ্রাস পায়। অতএব কমচাপে যে ওজনের গ্যাস দ্রবীভূত হইবে, বেশী চাপে তদপেক্ষা বেশী ওজনের গ্যাস দ্রবীভূত হইবে। অর্থাৎ নির্দিষ্ট উষ্ণতায় দ্রবীভূত গ্যাসের পরিমাণ ∝ প্রযুক্ত চাপ]

জল ব্যতীত অন্যান্য দ্রাবক :

সর্বোৎকৃষ্ট দ্রাবক যে জল, ইহাতে কোন সন্দেহ নাই। কিন্তু জলে বহু প্রকার পদার্থ, যথা—চর্বি, মাখন, নানাবিধ তৈল, রঞ্জক পদার্থ, জৈব পদার্থ এবং গন্ধক, আইওডিন, মোম, গালা প্রভৃতি দ্রবীভূত হয় না।

ইহাদের জন্য বিভিন্ন দ্রাবক ব্যবহৃত হয়। কার্বন-ডাই-সালফাইড গন্ধকের, কেরোসিন মোমের, ক্লোরোফর্ম আইওডিনের এবং গালা ও নানাবিধ রঞ্জক পদার্থের দ্রাবক স্পিরিট। জল ছাড়াও দ্রাবক হিসাবে স্পিরিট, ইথার, পেট্রোল, বেঞ্জিন, কেরোসিন তৈল প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়

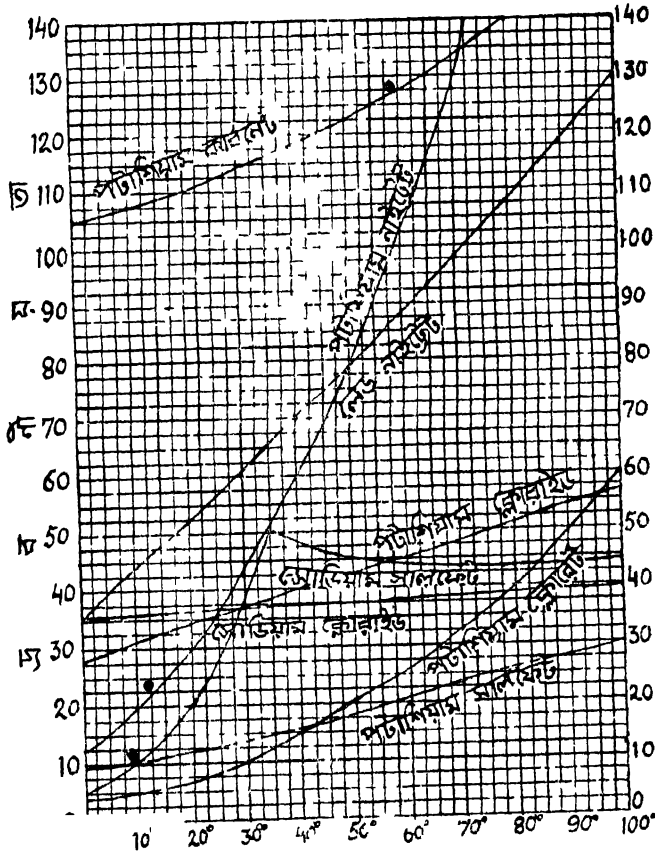
দ্রবণীয়তা (Solubility)

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় 100 গ্রাম দ্রাবক সর্বাধিক যে পরিমাণ দ্রাব পদার্থ দ্রবীভূত করিতে পারে, উহাই হইল পদার্থের সেই উষ্ণতায় দ্রবণীয়তা। অর্থাৎ 100 গ্রাম দ্রাবককে সম্পৃক্ত দ্রবণে পরিণত করিতে যত গ্রাম দ্রাব প্রয়োজন হয়, পদার্থের দ্রাব্যতা সেই উষ্ণতায় তত।

90°C উষ্ণতায় জলে সাধারণ লবণের দ্রাব্যতা প্রায় 40 গ্রাম। অর্থাৎ ঐ উষ্ণতায় 100 গ্রাম জলে 40 গ্রাম লবণ দ্রবীভূত করিলে দ্রবণটি সম্পৃক্ত হইবে।

কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তার উপর তাপের প্রভাব : যে কোন পদার্থের দ্রবণীয়তা দ্রবণের উষ্ণতার উপর নির্ভর করে। উষ্ণতার উপর কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তা এত বেশী নির্ভরশীল যে দ্রবণীয়তা উল্লেখের সঙ্গে সঙ্গে উষ্ণতা বলিয়া দিতে হয়। 40°C উষ্ণতায় জলে পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণীয়তা 65 গ্রাম। আবার 50°C উষ্ণতায় জলে পটাসিয়াম নাইটেট্রের দ্রবণীয়তা 85 গ্রাম। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণীয়তা এইরূপ দ্রুত বৃদ্ধি পায়। 50°C উষ্ণতায় সম্পৃক্ত পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবণকে যদি 40°C-এ

নামান যায় তবে 20 গ্রাম দ্রাব বাহির হইয়া আসে। দ্রবণ বিশেষে এই অবস্থায় যে দ্রাব বাহির হইয়া আসার কথা, তাহা বাহির হয় না। তখন উহাকে অতিপৃক্ত দ্রবণ বলা হয়। অতিপৃক্ত দ্রবণ এইভাবেই তৈয়ারী করা যায়।

দ্রবণীয়তা লেখ : কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তা, উষ্ণতার উপর অতিমাত্রায় নির্ভরশীল বলিয়া আমরা এই ব্যাপারে সাধারণতঃ লেখ-চিত্র (graph) ব্যবহার করিয়া থাকি। তদ্দৃষ্টে আমরা সংগে সংগে বলিতে পারি যে কোন্ উষ্ণতায় কোন্ পদার্থের দ্রবণীয়তা কত। এই লেখ-চিত্র প্রস্তুত করিতে হইলে আমাদের

দ্রবণীয়তা লেখ

স্বাভাবিক উষ্ণতা ব্যতীত অন্যান্য উষ্ণতায় পদার্থের দ্রবণীয়তা নির্ণয় করিতে হয়।

সোরা বা পটাসিয়াম নাইট্রেট লইলে দেখা যাইবে যে উষ্ণতা বৃদ্ধির সংগে সংগে দ্রবণীয়তাও বৃদ্ধি পাইয়াছে। নিম্নে উষ্ণতার পাশে পাশে সোরার দ্রবণীয়তা দেওয়া হইল :

উষ্ণতা			দ্রবণীয়তা
0°C	...	...	19 গ্রাম
10°C	...	...	20 গ্রাম
20°C	..	...	32 গ্রাম
30°C	...	...	45 গ্রাম
40°C	...	...	65 গ্রাম
50°C	...	...	85 গ্রাম
70°C	...	...	138 গ্রাম

লেখ-চিত্রের একটি অক্ষকে (Abscissa) উষ্ণতা ও অপরটিকে (ordinate) দ্রবণীয়তা ধরিয়া লেখ-চিত্র অংকণ করিলে পদার্থের উষ্ণতা-দ্রবণীয়তা সম্পর্ক নির্ণায়ক এক লেখ পাওয়া যায়। ইহাকে আমরা **দ্রবণীয়তা-লেখ (Solibility curve)** বলিয়া থাকি। ইহা দেখিয়া (i) অতি সহজেই আমরা কোন উষ্ণতায় পদার্থের দ্রবণীয়তা কত বলিতে পারি ; (ii) উষ্ণতা বৃদ্ধির সংগে সংগে দ্রবণীয়তার পরিবর্তন সহজে ধরিতে পারা যায় ; (iii) বিশেষ উষ্ণতায় একাধিক পদার্থের দ্রবণীয়তা তুলনা করিতে পারা যায় এবং (iv) বুঝিতে পারা যায় যে শীতল করিলে কোন্ পদার্থ প্রথমে দ্রবণ হইতে বাহির হইয়া আসিবে। (ইহার ফলে আংশিক কেলাসনের সুবিধা হয়। চিনি ও লবণ দ্রবণে থাকিলে দ্রবণীয়তা-লেখ দেখিয়া আমরা বলিতে পারি যে শীতল করিলে চিনি, লবণের পূর্বে দ্রবণ হইতে বাহির হইয়া আসিবে)।

দ্রবণীয়তা নির্ণয় :

পরীক্ষা—একটি বীকারে কিছু পাতিত জল লইয়া উহাতে সাধারণ লবণ মিশান হইল। বীকারের জলকে আলোড়কের সাহায্যে আলোড়িত করা হইল। লবণের পরিমাণ যেন এমন হয় যাহাতে বীকারে লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈয়ারী হয় এবং কিছু লবণ অদ্রবীভূত অবস্থায় পড়িয়া থাকে। রসায়নাগারে বায়ুর উষ্ণতায় ঐ দ্রবণ সম্পৃক্ত হইয়াছে। এখন পরিষ্কার পোরসিলেনের একটি খর্পর লইয়া উহা ওজন করা হইল। দ্রবণটি

ফিলটার করিয়া খর্পরে কিছু পরিমাণ দ্রবণ লওয়া হইল, এবং ওজন করা হইল। খর্পরটি এইবার ওয়াটার-বাথে বসাইয়া বার্নারের সাহায্যে উত্তাপ প্রয়োগ করিয়া দ্রবণের দ্রাবককে বাষ্পীভূত করা হইতে লাগিল।

যতক্ষণ না জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইতেছে ততক্ষণ খর্পরকে ওয়াটার বাথে বসাইয়া রাখা হইল। অবশেষে খর্পরে পড়িয়া রহিল শুধু সাধারণ লবণ। উহা সমেত খর্পরটিকে বায়ু-উনানে শুষ্ক করা হইল, শোষকাধারে শীতল করা হইল এবং ওজন লওয়া হইল। উহাকে পুনরায় বায়ু-উনানে শুষ্ক করিয়া শোষকাধারে শীতল করা হইল এবং ওজন করা হইল। যতক্ষণ পর্যন্ত না শুষ্ক লবণ সহ খর্পরের ওজন স্থির (constant) হইতেছে ততক্ষণ পর্যন্ত এই প্রক্রিয়া চালাইয়া যাওয়া হইতে লাগিল এবং শুষ্ক লবণ সহ খর্পরের ওজন স্থির করা হইল।

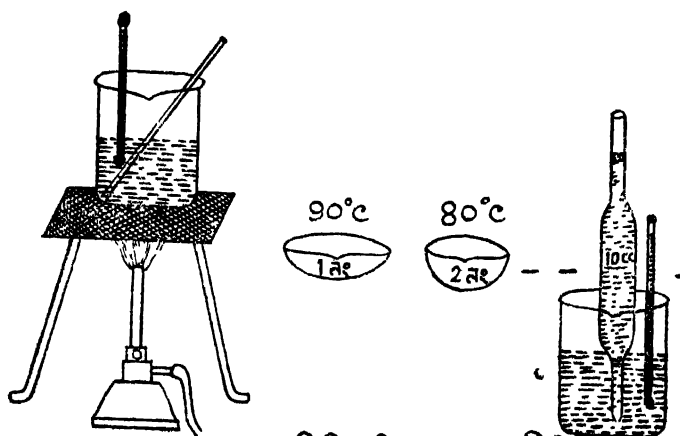
রাসায়নিক গণনা :—

	খর্পরের ওজন	=	W গ্রাম।
	খর্পর + লবণ-জলের ওজন	=	W_1 গ্রাম।
আবার	খর্পর + শুষ্ক লবণের ওজন	=	W_2 গ্রাম।
∴	লবণের ওজন	=	$(W_2 - W)$ গ্রাম।
এবং	দ্রাবক অর্থাৎ জলের ওজন	=	$(W_1 - W_2)$ গ্রাম।

অতএব লবণের দ্রবণীয়তা $= \frac{W_2 - W}{W_1 - W_2} \times 100$ গ্রাম

অবশ্য রসায়নাগারে বায়ুর যে উষ্ণতা ছিল, সেই উষ্ণতায় ইহাই লবণের দ্রবণীয়তা।

স্বাভাবিক উষ্ণতার ঊর্ধ্বে ও নিম্নে দ্রবণীয়তা নির্ণয় :

পরীক্ষা—একটি বীকারে স্বাভাবিক উষ্ণতায় সোরার সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈয়ারী করা হইল। দ্রবণে একটি থার্মোমিটার ডুবান আছে। বীকারটি উত্তপ্ত করা হইতে লাগিল এবং অল্প অল্প সোরা দেওয়া হইতে লাগিল। সংগে সংগে দ্রবণটি আলোড়কের সাহায্যে আলোড়িত করা হইতে লাগিল। বার্নারের সাহায্যে উষ্ণতা 100°C অবধি উঠান হইল ; এবং এমন পরিমাণ সোরা দেওয়া হইল যে কিছু পরিমাণ সোরা যেন উহাতে অদ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। বার্নারটিকে অপসারিত করা হইল। বীকারে জলের উষ্ণতা যখন 90°C হইবে, তখন বীকারের দ্রবণ হইতে আরও কিছু দ্রাব দানা বাঁধিবে। এখন বীকার হইতে পিপেট সাহায্যে 10 c.c. দ্রবণ একটি খর্পরে লওয়া হইল। খর্পরটির মার্কা দেওয়া হইল 1 নং। থার্মোমিটারে উষ্ণতা যখন 80 C হইল 2নং খর্পরে 10 c c দ্রবণ লওয়া হইল। এইভাবে উষ্ণতা 70 C নামিলে 3নং খর্পরে 10 c.c , 60°C-এ 4নং খর্পরে 10 c c , 50°C-এ 5নং খর্পরে 10 c.c., 40°C-এ 6 নং খর্পরে 10 c.c দ্রবণ লওয়া হইল।

বিভিন্ন উষ্ণতায় দ্রবনীয়তা নির্ণয়

ঘরের উষ্ণতার নিম্নে নামাইতে হইলে, দ্রবণসহ বীকারটি বরফে বসাইতে হয়। এইভাবে 30°C, 20°C এবং 10°C উষ্ণতায় 10 c.c. করিয়া দ্রবণ 7, 8 এবং 9নং খর্পরে রাখা হইল। অতঃপর পূর্ব-বর্ণিত পন্থায় উষ্ণ ওয়াটার-বাথে বাষ্পীভবন সাহায্যে 10c.c.-এ কত গ্রাম সোরা আছে, নির্ণয় করা যাইবে।

10 c.c. পাতিত জলের ওজন 10 গ্রাম। 10 গ্রাম জলে যতটুকু দ্রাব মিশ্রিত আছে তাহাকে 10 দ্বারা গুণ করিলেই বিভিন্ন উষ্ণতায় সোরার দ্রবণীয়তা নির্ণীত হইবে। [দ্রবণীয়তা =

$$\frac{\omega_2 - \omega}{\omega_1 - \omega_2} \times 100 \text{ gm.} \quad \text{কিন্তু } (\omega_1 - \omega_2) = 10 \text{ gm}$$

$$\therefore \quad \text{দ্রবণীয়তা} = \frac{\omega_2 - \omega}{\omega_1 - \omega_2} \times 100 = \frac{\omega_2 - \omega}{10} \times 100$$

$$= (\omega_2 - \omega)\ 10 \text{ gm.}$$]

কলয়েডীয় দ্রবণ : সাধারণ দ্রবণে দ্রাব-কণা এত সূক্ষ্ম অবস্থায় থাকে যে খালি চোখে উহাদের দেখা যায় না। দ্রাব দ্রবণে ভাঙ্গিয়া উহার অণুতে পরিণত হয় ; এবং সেই অণুর ব্যাসের পরিমাপ 10^{-8} সেন্টিমিটার বা উহার সরল গুণীতক (গুণীতক <10) হয়।

অদ্রবণীয় পদার্থ দ্রাবকে দিলে উহা থিতাইয়া পড়ে। অদ্রবণীয় পদার্থের কণাগুলির ব্যাস যদি দ্রাবকে 10^{-4} সেন্টিমিটারের কম হয় তাহা হইলে উহা থিতাইয়া যায় না। উহা দ্রাবকের মধ্যে প্রলম্বিত অবস্থায় থাকিয়া চারিদিকে ঘুরিয়া বেড়ায়। এই কণাগুলি খালি চোখে দেখা যায় না ; কিন্তু আলট্রামাইক্র-স্কোপের সাহায্যে দেখা যায়। এই কণাগুলি কিন্তু দ্রবীভূত হয়না। এই কণাগুলির ব্যাস 10^{-4} সেন্টিমিটারের কম, কিন্তু 10^{-7} সেন্টিমিটারের বেশী হয়। যখন কোন অসমসত্ত্ব দ্রবণে দ্রাবের কণাগুলি এইরূপ সূক্ষ্ম অবস্থায় প্রলম্বিত থাকিয়া ইতঃস্ততঃ সঞ্চরণ করে তখন ঐ দ্রবণকে **কলয়েডীয় দ্রবণ** বা **সল** (sol) বলা হয়।

উদাহরণ : (১) নদীর ঘোলাজলে ভাসমান পলিমাটি, চা, কফি, সাবানগোলা জল ইত্যাদি কলয়েডীয় দ্রবণ।

(২) গোল্ড, সিলভার, সালফার, ফেরিক হাইড্রক্সাইড প্রভৃতি জলে অনেক সময়ে কলয়েডীয় দ্রবণ সৃষ্টি করে।

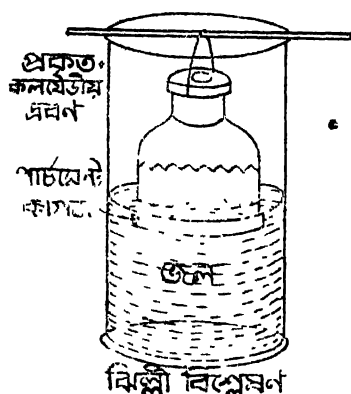
(ক) জলের নীচে অবস্থিত সূক্ষ্ম সোনার তারে বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলে গোল্ড-সল তৈয়ারী হয়।

(খ) ফুটন্ত জলে ফোঁটা ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দিলে ফেরিক হাইড্রক্সাইড-সল পাওয়া যায়।

(৩) জিলাটিন, চায়নাঘাস, সাগুদানা প্রভৃতি জলে ফুটাইলে কলয়েডীয় দ্রবণ সৃষ্টি হয়।

অবদ্রব (Emulsion) ঃ একটি তরল পদার্থ যদি আর এক তরলে এই প্রকার সূক্ষ্ম অথচ প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে, তবে তাহাকে **অবদ্রব** বলা হয়। ইহাও এক প্রকার কলয়েডীয় দ্রবণ।

উদাহরণ ঃ দুগ্ধ এইরূপ একটি অবদ্রব।

কলয়েডীয় দ্রবণের ঝিল্লী-বিশ্লেষণ (Dialysis) ঃ সাধারণ ফিল্টার কাগজ দ্বারা ইহাকে পরিস্রুত করা যায় না ; কেননা, ফিলটার কাগজের ছিদ্র-গুলির ব্যাস 10^{-4} সেন্টিমিটার অপেক্ষা বড়। কিন্তু পার্চমেন্ট কাগজের মধ্য দিয়া ইহাকে ফিলটার করিলে ইহা পরিস্রুত হয়। কলয়ডিয়ন নামক কাগজ পাচমেন্টের পরিবর্তে ব্যবহার করা যাইতে পারে। এই ফিল্টার গুলিকে বিশ্লেষক-ঝিল্লী বলা হয় ; এবং এই প্রকার পরিস্রাবণকে ঝিল্লী-বিশ্লেষণ বলা হয়।

ঝিল্লী বিশ্লেষণ

ঝিল্লী-বিশ্লেষণ পদ্ধতি ঃ একটি জলপূর্ণ পাত্র লওয়া হইল। ছোট একটি বেলজারের খোলামুখ পার্চমেন্ট বা কলয়ডিয়ন কাগজ দ্বারা বাঁধিয়া পাত্রের জলের মধ্যে ঝুলাইয়া দেওয়া হইল। বেলজারের অভ্যন্তরে কলয়েডীয় দ্রবণ লওয়া হইল। পার্চমেন্ট কাগজের সূক্ষ্ম ছিদ্র পথে কলয়েডীয় দ্রবণের জলীয় অংশ বাহির হইয়া আসিবে, কিন্তু কলয়েড-কণা আসিতে পারিবে না। পাচমেন্ট, কলয়ডিয়ন কাগজ বা প্রাণীদেহের ঝিল্লীর মধ্য দিয়া প্রকৃত দ্রবণ যাইতে পারে, কিন্তু কলয়েড-কণা পারে না।

এইভাবে ঝিল্লী-বিশ্লেষণ দ্বারা প্রকৃত দ্রবণ ও কলয়েডীয় দ্রবণ পৃথক করা যাইতে পারে।

স্ফটিক-জল (water of crystallisation) ঃ পূর্ববর্তী পরিচ্ছেদে দেখান হইয়াছে যে কোন পদার্থের গাঢ় ও উষ্ণ জলীয় দ্রবণকে যদি আমরা শীতল করি, তবে দ্রাবের স্ফটিক দ্রবণ হইতে বাহির হইয়া আসে। এই সকল স্ফটিক সাধারণতঃ স্ফটিক আকার ধারণ করিবার সময়ে অণু প্রতি কয়েক অণু জল গ্রহণ করে। যেমন—তুঁতের (কপার সালফেট) 1 অণু স্ফটিকাকার ধারণ করিবার

সমেত 5টি জলের অণু গ্রহণ করে, জিঙ্ক, ম্যাগনেসিয়াম ও ফেরাস সালফেট প্রত্যেকে 7টি, সোডিয়াম সালফেট 10টি এবং অক্সালিক অ্যাসিড 2টি জলের অণু গ্রহণ করে। যে সকল লবণের স্ফটিকে এইরূপ জলের অণু থাকে, তাহাদিগকে আমরা সোদক লবণ (Hydrated Salt) বলি।

আবার পটাসিয়াম ক্লোরাইড, সোরা ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের স্ফটিকে একটিও জলের অণু থাকে না। ইহাদিগকে নিরুদক লবণ (anhydrous salt) বলা হয়, এবং স্ফটিক গঠনে ঐ সকল জল-অণুকে কেলাস বা 'স্ফটিক-জল' বলা হয়। সোদক লবণের স্ফটিক গঠনে স্ফটিক-জল উল্লেখযোগ্য অংশ গ্রহণ করে। সোদক লবণ হইতে উত্তাপের সাহায্যে স্ফটিক জল মুক্ত করিলে লবণের স্ফটিকত্ব আর থাকে না ; স্ফটিক ভাঙ্গিয়া গুঁড়া হইয়া যায়।

কপার সালফেট বা তুঁতের স্ফটিক লইয়া ইহার সত্যতা পরীক্ষা করা যায়।

পরীক্ষা একটি পরীক্ষা-নলে নীল তুঁতের কয়েকটি স্ফটিক লওয়া হইল। বার্ণারের উপর পরীক্ষা-নলটি ধরিয়া (230°C উষ্ণতায়) উত্তপ্ত করিলে দেখা যাইবে যে (i) স্ফটিকগুলি গুঁড়া হইয়া গিয়াছে ; (ii) গুঁড়ার রঙ সাদা হইয়া গিয়াছে ; এবং (iii) পরীক্ষা-নলের গায়ে ফোঁটা ফোঁটা জল লাগিয়া রহিয়াছে। এই জল আসিয়াছে তুঁতের স্ফটিক জল হইতে।

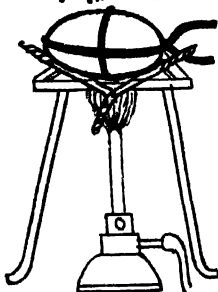
ইহার পর ঐ সাদা গুঁড়ায় এক ফোঁটা জল দিলেই উহা পুনরায় নীল তুঁতের স্ফটিকে পরিণত হইবে।

উদ্ত্যাগী স্ফটিক (Efflorescent crystals) : তুঁতেকে যেমন তাপ প্রয়োগ করিলে উহা উদ্ত্যাগ (স্ফটিকজল ত্যাগ) করে, তেমনি কতকগুলি সোদক স্ফটিক বাতাসে রাখিয়া দিলে আপনা হইতেই উদ্ত্যাগ করে। সোডিয়াম কার্বনেটের স্ফটিকে দশটি জল-অণু আছে। বাতাসে রাখিয়া দিলে উহা দশটি জল-অণুর মধ্যে নয়টি আপনা হইতেই ত্যাগ করে। এই রাসায়নিক প্রক্রিয়াকে উদ্-ত্যাগ বলে।

উদ্গ্রাহী স্ফটিক (Deliquescent crystals) : আবার কোন কোন স্ফটিক বাতাসে রাখিয়া দিলে বাতাসের জলীয় বাষ্পকে আকর্ষণ করে এবং নিজেই উহাতে দ্রবীভূত হইতে আরম্ভ করে। অবশেষে ইহা তরল দ্রবণে পরিণত হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2, 6H_2O$), ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ($MgCl_2, 6H_2O$) প্রভৃতি স্ফটিক এইরূপ উদ্গ্রাহী স্ফটিক।

জলাকর্ষী (Hygroscopic) পদার্থ : ইহার সহিত উদ্‌গ্রাহী স্ফটিকের পার্থক্য এই যে জলাকর্ষী পদার্থ জলীয় বাষ্প আকর্ষণ করে বটে ; কিন্তু উদ্‌গ্রাহীর মত উহাতে দ্রবীভূত হয় না। জলাকর্ষী পদার্থের মধ্যে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ও পাথুরে চূণের (CaO) নাম করা যাইতে পারে।

সোদক স্ফটিকের স্ফটিক-জল নির্ণয় :

পরীক্ষা ঃ ঢাকনিসহ পোর্সেলিনের একটি মুছির স্থির ওজন বাহির করা হইল। ইহার মধ্যে এইবার কিছু বিশুদ্ধ ফটকিরী লইয়া পুনরায় উহার ওজন লওয়া হইল। এইবার মুছিটি বার্ণারের দীপ্তিহীন শিখায় উত্তপ্ত করা হইল। যতক্ষণ পর্যন্ত ফটকিরী হইতে সমস্ত স্ফটিক-জল দূরীভূত না হয়, ততক্ষণ পর্যন্ত উহাকে উত্তপ্ত করা হইল, অতঃপর মুছিটিকে শোষকাধারে রাখিয়া ঠাণ্ডা করিয়া উহার স্থির ওজন বাহির করা হইল।

তুঁতের কেলাস-জল নির্ণয়

গণনা ঃ মুছি + ঢাকনির ওজন $= \omega$ গ্রাম

মুছি + ঢাকনি + সোদক ফটকিরীর ওজন $= \omega_1$ গ্রাম

মুছি + ঢাকনি + জল বিবর্জিত ফটকিরীর ওজন $= \omega_2$ গ্রাম

$\therefore$ সোদক ফটকিরীর ওজন $= (\omega_1 - \omega)$ গ্রাম

এবং স্ফটিক জলের ওজন $= (\omega_1 - \omega_2)$ গ্রাম

অর্থাৎ স্ফটিক-জলের অনুপাত = শতকরা $\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 - \omega} \times 100$ ভাগ

এইভাবে প্রতিটি সোদক স্ফটিকে স্ফটিক-জলের অনুপাত নির্ণয় করা যায়।

যে সকল পদার্থ উচ্চ তাপমাত্রায় বিশ্লিষ্ট হয় না, তাহাদের সোদক-কেলাস এক জোড়া ক্লক-গ্লাসে লইয়া উহাদের পিঞ্চ-ককের সাহায্যে বদ্ধ করা হয়। বার্ণার দ্বারা উত্তপ্ত না করিয়া বায়ু উনানের সাহায্যে উহাকে সম্পূর্ণ জলমুক্ত বা নিরুদিত করা যাইতে পারে। তুঁতের স্ফটিক বা কেলাস-জল এই ভাবে নির্ণয় করা যায়। পদ্ধতি পূর্বানুরূপ।

বিশোষণ বা নিরুদন (Drying): রসায়নাগারে কোন কোন পদার্থকে বিশোষিত করার প্রয়োজন হয়। যে সকল পদার্থ উচ্চ উষ্ণতায় বিশ্লিষ্ট হয় না, তাহাদিগকে বার্ণারের সাহায্যে সরাসরি উত্তপ্ত করিলে বা বায়ু-উনানে উত্তপ্ত করিলে বিশোষিত হইতে পারে।

যে সকল পদার্থ 100°C-এর উপরে বিয়োজিত হয়, তাহাদিগকে বাষ্প-উনানে বিশোষিত করা হয়।

যে সকল পদার্থকে 100°C এর নীচে বিশোষিত করা প্রয়োজন (যেমন, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড) তাহাদিগকে জলগাহে বিশোষিত করা হয়।

সাধারণ উষ্ণতায় পদার্থকে বিশোষিত করিতে হইলে শোষকাধাব ব্যবহার করা প্রয়োজন।

গ্যাসকে বিশোষিত করিতে হইলে গ্যাসকে গ্যাস-বিশোষক U-নলে (যাহাতে ঘন H_2SO_4, P_2O_5, অনার্দ্র $CaCl_2$ বা CaO আছে) পরিচালনা করা হয়। অনেক সময় গ্যাস-স্তম্ভের মধ্য দিয়া উহাকে পরিচালনা করিলে গ্যাস-বিশোষিত হয়।

জলের ধর্ম:

ভৌতধর্ম: (ক) বিশুদ্ধ জল স্বাদহীন, গন্ধহীন ও স্বচ্ছ তরল পদার্থ।

(খ) ইহাব হিমাংক 0°C এবং স্ফুটনাংক 100°C।

(গ) ইহা একটি উৎকৃষ্ট দ্রাবক। বিভিন্ন সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়াম লবণ, ও অন্যান্য বহু পদার্থ ইহাতে দ্রবীভূত হয়।

(ঘ) জলীয় দ্রবণেব মধ্যে কয়েকটি যৌগিক বিশেষত্ব লক্ষ্য করা যায়। সালফিউরিক অ্যাসিডে জল দিলে তাপ উদ্ভূত হয় এবং নিশাদলে জল দিলে তাপ তিরোহিত হয়।*

(ঙ) সোদক স্ফটিকের আকার ও রং স্ফটিক-জলের উপর নির্ভর করে।

রাসায়নিক ধর্ম:

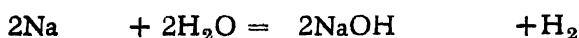
(ক) (i) **ধাতব ও অধাতব অক্সাইডের উপর ইহার ক্রিয়া:** পূর্বে অক্সাইড প্রসঙ্গে আমরা দেখিয়াছি যে অধাতব অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং নীল লিটমাসকে লালে পরিণত করে।

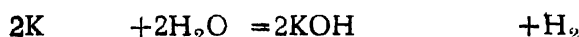
[*অবশ্য আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে নিশাদলের দ্রবণ এবং সালফিউবিক অ্যাসিড জলের সহিত যৌগ গঠনেব ফলে এইরূপ হয়।]

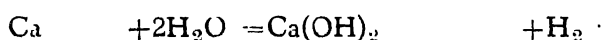
(ii) ধাতব অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্ষারের সৃষ্টি করে এবং লাল লিটমাসকে নীলে পরিণত করে।

(খ) (iii) **জলের সহিত ধাতুর ক্রিয়া:** **সাধারণ উষ্ণতায়** সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ধাতু জলের সংস্পর্শে আসিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। [এই সকল ধাতু ইলেকট্রো-কেমিক্যাল-সিরিজের উচ্চস্থানে অবস্থিত। এই সিরিজের ধাতুগুলি যত উচ্চে অবস্থিত হইবে, জল হইতে H_2 প্রতিস্থাপনও তত কম প্ররোচনায় করিবে]

সোডিয়াম + জল = সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন

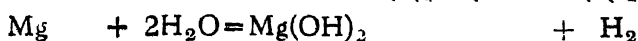
$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

পটাসিয়াম + জল = পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন

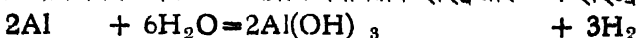
$$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$$

ক্যালসিয়াম + জল = ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন

$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

পরীক্ষা: সোডিয়াম বা পটাসিয়াম জল অপেক্ষা লঘু বলিয়া উহাদিগকে তার-জালির মধ্যে আবদ্ধ রাখিয়া জলের নীচে ডুবাইয়া রাখা হইবে। উহারা জলের সংস্পর্শে আসিলেই জল হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস বুদ্‌বুদ আকারে উঠিতে থাকিবে। এখন ইহার উপরে যদি একটি জলপূর্ণ গ্যাসজার ধরা যায়, তবে উহাতে হাইড্রোজেন গ্যাস সঞ্চিত হইবে। কিন্তু ধাতব সোডিয়াম বা পটাসিয়াম দিলে হাইড্রোজেন এত দ্রুতবেগে উৎপন্ন হইতে থাকে যে উৎপন্ন H_2 জ্বলিয়া উঠে। পারদের সহিত সোডিয়াম মাড়িয়া লইলে যে সোডিয়াম অ্যামালগাম হয়, উহা দ্বারা ধীরে ধীরে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। গ্যাস জারে যে হাইড্রোজেন গ্যাস সঞ্চিত হইয়াছে, তাহা বুঝা যাইবে উহাতে একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে। কাঠিটি নিভিয়া যাইবে; কিন্তু গ্যাসটি নীলাভ শিখায় জ্বলিতে থাকিবে।

(ii) **ফুটন্ত জলে** ম্যাগনেসিয়াম বা অ্যালিউমিনিয়াম চূর্ণ অথবা জিংক-কপার কাপ্‌ল্ দিলে জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

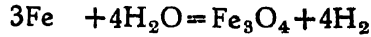
ম্যাগনেসিয়াম + জল = ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন

$$Mg + 2H_2O = Mg(OH)_2 + H_2$$

অ্যালিউমিনিয়াম + জল = অ্যালিউমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন

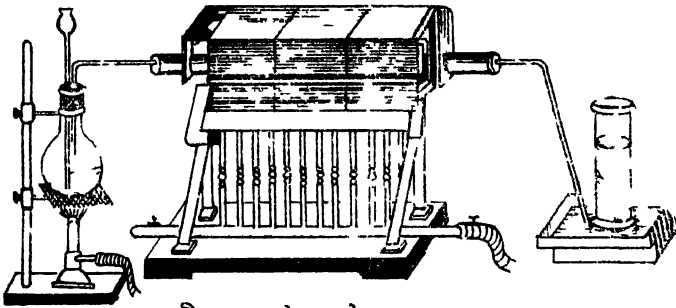
$$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2$$

(iii) **অত্যধিক উষ্ণতায়** অর্থাৎ লোহিত-তপ্ত লৌহ, দস্তা বা ম্যাগনেসিয়ামের উপর দিয়া স্টীম পরিচালিত করিলে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

লোহিত তপ্ত (600°C – 800°C) লৌহ + স্টীম = আয়রণ অক্সাইড

(ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড)+ হাইড্রোজেন

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

এই পদ্ধতিতে হাইড্রোজেন উৎপাদনকে লেন্ পদ্ধতি (Lane process) বলা হয়।

পরীক্ষা—একটি ধাতব নলে কিছু লৌহচূর্ণ লওয়া হইল। নলটির উভয়মুখ খোলা, এবং উভয় মুখে ছিদ্রযুক্ত কর্ক লাগানো হইল। দুই প্রান্তের দুই ছিদ্রে নল সংযুক্ত করা হইল।

জলীয়বাষ্প হইতে হাইড্রোজেন

একটির সহিত ফ্লাস্কে নির্গীয়মান স্টীমের সংযোগ সাধন করা হইল, এবং অপর নলটি নির্গম নল হিসাবে জলপূর্ণ দ্রোণীর মধ্যকোষপীঠে রক্ষিত জলপূর্ণ গ্যাসজারে প্রবিষ্ট হইল। স্টীম লৌহ চূর্ণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4) গঠন করিবে, এবং হাইড্রোজেন গ্যাস জারে সঞ্চিত হইবে।

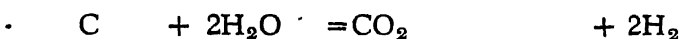
স্টীমের সহিত কার্বনের বিক্রিয়া : লোহিত-তপ্ত অংগারের মধ্য দিয়া স্টীম পরিচালিত করিলে জল গ্যাস (water gas) উৎপন্ন হয়। ইহা

কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ। অতিরিক্ত হিসেবে কিছু কার্বন ডাই-অক্সাইডও গঠিত হয়।

অংগার + জলীয় বাষ্প = কার্বন মনোক্সাইড + হাইড্রোজেন

$$C + H_2O = CO + H_2$$

অংগার + জলীয় বাষ্প = কার্বন ডাই-অক্সাইড + হাইড্রোজেন

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$$

উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডকে এইবার জলের মধ্য দিয়া উচ্চ চাপে পরিচালিত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত হয়; এবং থাকে কার্বন-মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন। উহাকে বলা হয় জল-গ্যাস (water gas)।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ জল [জলের সংশ্লেষণ (Synthesis)]

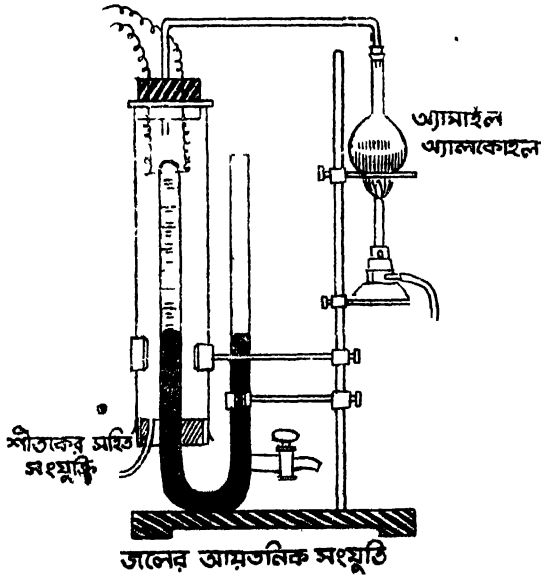
(ক) **ক্যাভেণ্ডিশের পরীক্ষা :** 1781 খ্রীষ্টাব্দে ক্যাভেণ্ডিশ সর্বপ্রথম প্রমাণ করেন যে, জল একটি যৌগ ; এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন সংযোগের ফলে উহা সৃষ্ট হইয়াছে। এই পরীক্ষার জন্য তিনি একটি লম্বাকৃতি শক্ত কাঁচের গ্লোব লন। ইহার উপরের মুখে দুইটি প্লাটিনাম তার প্রবিষ্ট (fused) ছিল এবং তলদেশে একটি স্টপ কক ছিল। বায়ু নিষ্কাশক পাম্পের সাহায্যে গ্লোবের ভিতর বায়ুশূন্য করা হইল ; এবং দ্রোণীতে রক্ষিত পারদের উপর দণ্ডায়মান একটি বেলজারের সহিত ইহার তলদেশ স্ক্রু আঁটিয়া দেওয়া হইল। এই বেলজারে 2 আয়তন হাইড্রোজেন এবং 1 আয়তন অক্সিজেন ছিল। তলদেশের স্টপ কক খোলা মাত্র বেলজার হইতে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্লোবের মধ্যে প্রবেশ করিল। তাহার পর ক্যাভেণ্ডিশ উহাতে তড়িৎ-সঞ্চালন করিলেন। ফলে গ্লোবের গায়ে ফোঁটা ফোঁটা জল দেখা দিল। তিনি পুনরায় স্টপ কক খুলিয়া গ্লোবে গ্যাসদ্বয়কে প্রবেশ করাইলেন (কেননা জল উৎপন্ন হওয়ার পরেই উহা পুনরায় চাপশূন্য হইয়া গিয়াছিল)। আবার তড়িৎ সঞ্চালন করিয়া জল তৈয়ারী করিলেন। বারংবার এইরূপ করার ফলে তিনি বেশ কিছু পরিমাণ জল তৈয়ারী করিতে সক্ষম হইয়াছিলেন।

(খ) **ইউডিওমিটার (Eudiometer) পদ্ধতি :** এই পদ্ধতিতেও জল সংশ্লেষণ করা যায়। ইউডিওমিটার হইল অংশাংকিত একটি সরল (straight) গ্যাস মাপক নল। ইহার এক মুখ খোলা এবং এক মুখ

বদ্ধ থাকে। বদ্ধ মুখে দুইটি প্লাটিনামের তার প্রবিষ্ট থাকে। প্রথমতঃ নলটিকে পারদপূর্ণ করিয়া পারদপূর্ণ পাত্রের উপর উপুড় করিয়া রাখা হয়। এখন উহা অনেকটা টরিসেলীর চাপমান-যন্ত্রের মত।

এখন 2 আয়তন হাইড্রোজেন এবং 1 আয়তন অক্সিজেন নিরুদকের সাহায্যে শুষ্ক করিয়া ঐ নলে প্রবেশ করান হইল। এই গ্যাসদ্বয় নলে প্রবেশ করিয়া পারদস্তম্ভকে নামাইয়া দিবে। খোলা মুখটি এবার একটি রবারের চাকতির উপর চাপিয়া রাখা হইল। প্লাটিনাম তারদ্বয় ব্যাটারীর সহিত সংযুক্ত করিয়া বিদ্যুৎ-সঞ্চালন করা হইল। বিস্ফোরণের সহিত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়া জলের সৃষ্টি করিবে।

(গ) হফম্যান পদ্ধতি : এই পদ্ধতিতে 100°C-এর অধিক উষ্ণতায় 2 আয়তন H_2 এবং 1 আয়তন O_2-এর মধ্যে তড়িৎ-মোক্ষণ করা হয়। ইহাতে উহারা মিলিত হইয়া জলীয়-বাষ্প গঠন করে। 2 আয়তন H_2 এবং 1 আয়তন O_2 একটি একমুখ বন্ধ এবং স্টপ্‌কক্‌যুক্ত U-নলে পারদের অপসারণের

জলের আয়তনিক সংযুতি

সাহায্যে লওয়া হয়। বদ্ধ-মুখ বাহুকে একটি চওড়া কাঁচনল দ্বারা আবৃত করা হয়। আবরণ-নলে অ্যামাইল্ অ্যালকোহল বাষ্প (স্ফুটনাংক 132°C) প্রবেশ করান হয়।

উষ্ণতা যখন 132°C-এ স্থির হইয়া দাঁড়ায়, তখন U-নলের উভয় বাহুর পারদ একই সমতলে আনা হয়। মুক্ত মুখকে বৃদ্ধাঙ্গুলির দ্বারা চাপিয়া ধরিয়া ঐ গ্যাস-মিশ্রণের মধ্যে বিদ্যুৎ-স্ফুলিংগ দেওয়া হয়। বদ্ধমুখ বাহুর কাঁচ ভেদ করিয়া যে দুইটি প্লাটিনামের তার ভিতরে প্রবেশ করান থাকে তাহাদিগকে ব্যাটারীর মেরুদ্বয়ের সহিত যুক্ত করিলে বিদ্যুৎ-স্ফুলিংগ সৃষ্টি হয়। ইহার ফলে তৎক্ষণাৎ গ্যাস-মিশ্রণের আয়তন হ্রাস পায়। অতঃপর উভয় বাহুর পারদ স্টপ্‌ককের সাহায্যে এক সমতলে আনিয়া গ্যাস-মিশ্রণের আয়তন U-নলের অংশাংকন হইতে জানা যায়।

গ্যাস মিশ্রণের প্রারম্ভিক আয়তন যদি প্রথমে পাঠ করিয়া লওয়া যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে দ্বিতীয় আয়তন, প্রথমটির $\frac{2}{3}$; অর্থাৎ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণের আয়তন উৎপন্ন পদার্থের $\frac{3}{2}$, [উভয় আয়তনই বায়ুর চাপে মাপা হইয়াছে]। ইহার পর অ্যামাইল্‌ অ্যালকোহল-বাষ্প প্রেরণ করা বন্ধ করা হয়। ইহাতে উষ্ণতা নামিতে থাকে ; এবং পারদ ক্রমশঃ উঠিতে উঠিতে বদ্ধ মুখ বাহুকে সম্পূর্ণ পূর্ণ করে। অতএব উৎপন্ন পদার্থ যে স্টীম, তাহাতে কোন সন্দেহ নাই। সুতরাং হফ্‌ম্যান পরীক্ষা হইতে দেখা যায় যে

2 আয়তন H_2 + 1 আয়তন O_2 = 2 আয়তন স্টীম।

[জলের বিশ্লেষণ] আয়তন সংযুতি (Volumetric composition)

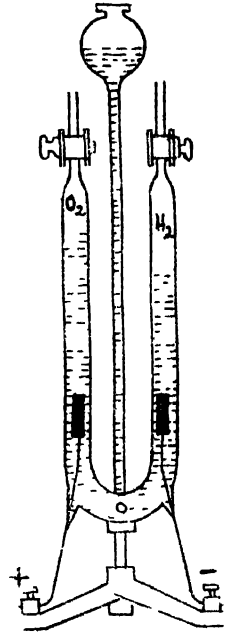
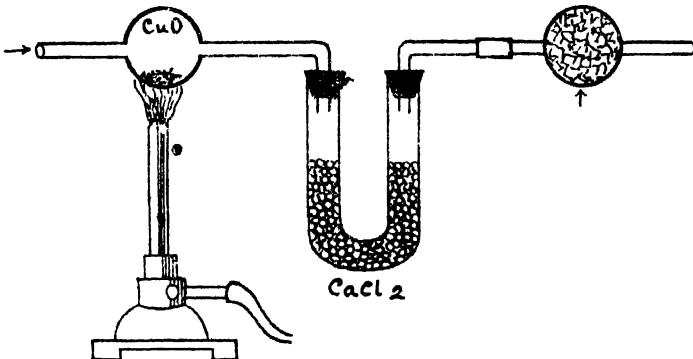
পরীক্ষা : একটি হফ্‌ম্যান ভোল্টামিটার লওয়া হইল। এই U-আকৃতি যন্ত্রের মাঝখানে একটি ফানেলযুক্ত সরল নল লাগান আছে। ইহাতে এমন ব্যবস্থা আছে যে ঐ ফানেল দিয়া জল ঢালিলে U-নলের দুই বাহু এবং মাঝের নলটি জলপূর্ণ হয়। U-নলের বাহু দুইটি অংশাংকিত। U-নলের বাহু দুইটির ঊর্ধ্বমুখ খোলা এবং স্টপকক সাহায্যে উহাদিগকে খোলা বা বন্ধ করা যায়। U-নল দুইটির তলদেশে প্লাটিনাম তার প্রবিষ্ট হইয়াছে, যাহার দ্বারা জলে বিদ্যুৎ-সঞ্চালন করা যায়। জলে কিছুটা অ্যাসিড দিয়া জলকে বিদ্যুৎ পরিবাহী করা হইল। এইবার একটি প্লাটিনাম তারের সহিত ব্যাটারীর পরা (positive) প্রান্ত যোগ করা হইল, এবং অপরটির সহিত অপরা (negative) প্রান্ত যোগ করা হইল। বিদ্যুৎ সঞ্চালিত হইবার সঙ্গে সঙ্গে জল বিশ্লিষ্ট হইতে লাগিল। পরা প্রান্তের সহিত যুক্ত U-নলের বাহুতে অক্সিজেন এবং অপর প্রান্তের সহিত যুক্ত বাহুতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইল। U-নলের অংশাংকন হইতে দেখা যাইবে, যে আয়তন হাইড্রোজেন সঞ্চিত হইয়াছে তাহা অক্সিজেনের দ্বিগুণ।

উহা যে হাইড্রোজেন তাহা বুঝা যায়। উহাতে জলন্ত একটি কাঠি ধরিলে গ্যাসটি নীল শিখাসহ জলিতে থাকিবে এবং কাঠিটি নিভিয়া যাইবে। অপর বাহুতে সঞ্চিত গ্যাসে নিভন্ত-প্রায় কাঠি দিলে উহা উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিতে থাকিবে।

জলের তড়িৎ বিশ্লেষন

এই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে **জলে আয়তন হিসাবে 2 ভাগ হাইড্রোজেন ও 1 ভাগ অক্সিজেন আছে।**

জলের ওজন-সংযুতি (Gravimetric Composition) :

ডুমার পদ্ধতি : 1842 খ্রীষ্টাব্দে ডুমা সর্বপ্রথম জলের উপাদানের ওজন-অনুপাত নির্ণয় করেন। এই পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয়। ইহার ফলে কপার অক্সাইড (CuO) কপারে (Cu) বিজারিত হয় এবং জল উৎপন্ন হয়। যে জল উৎপন্ন হয় তাহা বাষ্পরূপে পরিচালিত হয়, কিন্তু উহাকে ধরিয়া রাখিবার জন্য অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2$) পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া ইহাকে পরিচালিত

জলের তৌলক সংযুক্তি (ডুমার পদ্ধতি)

করা হয় U-নলের অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড এই জলীয়-বাষ্প শোষণ

করে। ইহাতে উহার ওজন বৃদ্ধি পায়। কতখানি ওজন বৃদ্ধি পাইল তাহা দেখা হয়।

কপার-অক্সাইড + হাইড্রোজেন = কপার + জল

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

এই পরীক্ষায় কপার-অক্সাইড যুক্ত একটি নল সঠিক ওজন করিয়া লওয়া হয়। ইহার সহিত সংযুক্ত থাকে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড যুক্ত একটি U-নল, যাহার ওজন পরীক্ষারম্ভের পূর্বেই লওয়া হইয়া থাকে। এইবার শুষ্ক ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস কপার অক্সাইডের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয়, যাহাতে ভিতরের সমস্ত বায়ু দূরীভূত হয়। অতঃপর কপার-অক্সাইডকে অত্যুত্তপ্ত করা হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উহার মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হইতে থাকে। বিক্রিয়া শেষে হাইড্রোজেন প্রবাহেই যন্ত্রটিকে শীতল করা হয়। কপার-অক্সাইড-নল ও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের U-নলকে সাবধানে খুলিয়া পুনরায় ওজন লইতে হয়।

গণনা: পরীক্ষার পূর্বে কপার-অক্সাইডযুক্ত নলের ওজন $= \omega$ গ্রাম।

পরীক্ষার পরে উহার ওজন $= \omega_1$ গ্রাম।

যেটুকু ওজন কম হইয়াছে তাহা কপার-অক্সাইডের অক্সিজেন দূরীভূত হইবার ফলেই হইয়াছে।

$\therefore$ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী অক্সিজেনের ওজন $= (\omega - \omega)$ গ্রাম

পরীক্ষার পূর্বে ক্যালসিয়াম-ক্লোরাইড যুক্ত U-নলের ওজন $= \omega_2$ গ্রাম

পরীক্ষার পরে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-যুক্ত U-নলের ওজন $= \omega_3$ গ্রাম

এই ওজন-বৃদ্ধি জলের জন্য হইয়াছে।

$\therefore$ সৃষ্ট জলের ওজন $= (\omega_3 - \omega_2)$ গ্রাম

$\therefore$ এই জলে $(\omega - \omega_1)$ গ্রাম অক্সিজেন আছে

$\therefore$ হাইড্রোজেন আছে $= (\omega_3 - \omega_2) - (\omega - \omega_1)$ গ্রাম

দেখা যাইবে যে জলে $\dfrac{(\omega_3 - \omega_2) - (\omega - \omega_1)}{\omega - \omega_1} = \dfrac{1}{8}$.

অর্থাৎ $\dfrac{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \dfrac{1}{8}$

ডুমা এই পরীক্ষা দ্বারা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজন অনুপাত 1 : 7·98 (অর্থাৎ প্রায় 8) পাইয়াছিলেন।

[দ্রষ্টব্য ঃ—এই পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন প্রস্তুত বিধি পরবর্তী পরিচ্ছেদে দেওয়া হইবে।]

ডুমার পরীক্ষার সাবধানতা ঃ

(১) হাইড্রোজেন বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হইতে হইবে।

(২) কপার-অক্সাইড শুষ্ক হইবে।

(৩) প্রত্যেকটি যন্ত্র একে অন্যের সহিত বায়ুরোধী (air-tight) ভাবে সংযুক্ত হইতে হইবে।

(৪) উৎপন্ন জলীয় বাষ্প যাহাতে পিছন দিকে না আসে এই জন্য পরীক্ষা-যন্ত্র শীতল না হওয়া পর্যন্ত হাইড্রোজেন-প্রবাহ চালু রাখিতে হইবে।

(৫) হাইড্রোজেন-প্রবাহ চালু রাখিবার ফলে বিজারিত কপার পুনরায় অক্সাইডে পরিণত হয় না।

(৬) কপার-অক্সাইডপূর্ণ নলকে প্রথমে বায়ুশূন্য করিয়া পরে উত্তপ্ত করিতে হইবে, কেননা ভিতরে অক্সিজেন থাকিলে সেই অক্সিজেনের সহিত সংমিশ্রণে হাইড্রোজেন জল উৎপন্ন করিবে।

(৭) U নলে একটি 'গার্ড-টিউব' সংযুক্ত করা হয়। যাহাতে বাতাসস্থিত জলীয় বাষ্প ভিতরে প্রবেশ না করিতে পারে।

(১) শেষ পর্যন্ত কপার-অক্সাইড নলে কিছু হাইড্রোজেন থাকিয়া যায়, যাহার ফলে অতি সামান্য মাত্রায় উহার ওজন বৃদ্ধি পায়।

(২) হাইড্রোজেন বিশুদ্ধ করিতে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া উহাকে পরিচালিত করা হয়। ইহাতে দ্রবীভূত যে সামান্য পরিমাণ অক্সিজেন থাকে, তাহা বিজারিত কপারকে সূক্ষ্মমাত্রায় পুনরায় কপার-অক্সাইডে পরিণত করিতে পারে।

তবে এই সামান্য ত্রুটিগুলি উপেক্ষা করা চলে।

ডুমার পরীক্ষা দ্বারা দেখা যায়, 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া 9 ভাগ ওজনের জল সৃষ্টি করিয়াছে।

মন্তব্য :

ইহা দ্বারা এই মন্তব্য করা যাইতে পারে যে জল একটি যৌগ, কারণ :—

নির্দিষ্ট ওজনের হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া জলের সৃষ্টি। সকল স্থানের জলের উপাদানের ওজন-অনুপাত ঐ হিসাবেই নির্দিষ্ট।

ইহা ব্যতীত জলে হাইড্রোজেন বা অক্সিজেন কাহারই ধর্ম বিদ্যমান নাই; জল হইতে ইহার উপাদানগুলিকে পাইতে হইলে বিশেষ প্রক্রিয়ার (যেমন তড়িৎ-বিশ্লেষণ) প্রয়োজন হয়; এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়া জল গঠন করিবার সময়ে তাপের আবির্ভাব হয়। অতএব ইহা একটি যৌগ।

জলের আয়তনিক-সংযুতি হইতে জলের আণবিক সংকেত নির্ণয়ন :

পরীক্ষা দ্বারা জানা গিয়াছে যে 2 আয়তন হাইড্রোজেন 1 আয়তন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া 2 আয়তন জলীয় বাষ্প (জলের গ্যাসীয় অবস্থা) গঠন করে।

অ্যাভোগ্যাড্রোর প্রকল্প অনুযায়ী (দশম শ্রেণীর পাঠ্য) আমরা জানি যে একই উষ্ণতা ও চাপে সমায়তন সকল বাষ্পে ও গ্যাসে অণুর সংখ্যা সমান। ধরা যাক 1 আয়তনে n সংখ্যক অণু আছে। সেই হিসাবে—

$2n$ অণু হাইড্রোজেন + n অণু অক্সিজেন $=2n$ অণু জলীয় বাষ্প

অর্থাৎ 2 অণু " + 1 অণু " $=2$ অণু জলীয় বাষ্প

অর্থাৎ 1 অণু " + $\frac{1}{2}$ অণু " $=1$ অণু জলীয় বাষ্প

অ্যাভোগ্যাড্রোর অনু-সিদ্ধান্ত হইতে আমরা জানি যে মৌলিক গ্যাসগুলি দ্বিপরমাণুক।

অতএব 1 অণু জলীয় বাষ্পে (জলে) 2 পরমাণু হাইড্রোজেন ও 1 পরমাণু অক্সিজেন আছে।

সুতরাং উহার আণবিক সঙ্কেত H_2O হইবে।

আবার ষ্টীমের বাষ্পীয় ঘনত্ব = উহার আণবিক ওজন $\times \frac{1}{2}$ (অ্যাভোগ্যাড্রো প্রকল্প)

কিন্তু পরীক্ষা দ্বারা জানা গিয়াছে যে উহার বাষ্পীয় ঘনত্ব 9

$\therefore$ উহার আণবিক ওজন $=9\times2=18$.

জলের আণবিক সংকেত H_2O ধরিলে, আণবিক ওজন 18 হয়।

অতএব জলের আণবিক সংকেত H_2O.

ওজন সংযুতি হইতে আণবিক সংকেত নির্ণয় :

ডুমার পরীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে যে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া 9 ভাগ ওজনের জল গঠন করে। কিন্তু জলের আণবিক ওজন 18

∴ উহাতে হাইড্রোজেন আছে 2 ভাগ এবং অক্সিজেন আছে 16 ভাগ।

সুতরাং আণবিক ওজন 18 তে হাইড্রোজেন আছে 2 এবং অক্সিজেন আছে 16।

আবার হাইড্রোজেনের পাঃ ওজন এক, এবং অক্সিজেনের 16

∴ জলের আণবিক সংকেত H_2O]

জলের সনাক্তকরণ (Test) ঃ যে তরল বর্ণহীন, স্বাদহীন ও গন্ধহীন, যাহা লিটমাসের রংয়ের কোন পরিবর্তন সাধন করে না, এবং যাহা অনার্দ্র তুঁতের নীল রং ফিরাইয়া দেয় ও $0°C$-এ জমে ও $100°C$-এ ফোটে (স্বাভাবিক চাপে) তাহাই জল।

Questions to be Discussed.

1. (*a*) 'Sources of all natural water is sea'—Discuss.

(*b*) Name the different sources of natural water. State the principle of making drinking water. Distinguish between ordinary water and drinking water.

(*c*) Describe different processes of making drinking water with special references to the house-hold method and city water supply.

(*d*) What is the difference between drinking water and distilled water ?

(*e*) What is the biological significance of dissolved impurities in mineral water ?

(*f*) The followings are the names of various sources of water.

Which one of them is most preferrable to drinking ? Give reasons. sea-water, river-water, well-water, tube-well water, spring-water and distilled water.

2. How did Cavendish show that water is a compound and not an element ?

3. (*a*) Discuss water as a solvent. Give examples.

(*b*) Define :—'Solution', 'solubility' and 'crystallisation.'

4 (*a*) What do you understand by solubility of a substance ? Give illustration.

(*b*) What do you understand when I say that solubility of a compound at $t°C$ is x ?

5. (*a*) What is 'solubility curve' ? Draw the solubility curve of epsom salt from the following data.

Temp.	*wt. of solution*	*wt. of the salt taken*
10°C	30 gms.	7·08 gms.
20°C	25 gms.	6·54 gms
30°C	26 gms.	7·62 gms.
40°C	10 gms.	3·13 gms.
50°C	50 gms.	16·75 gms,

Find the solubilities of the salt at 15°C and 32°C from the curve.

(*b*) Define 'solubility'. How would you determine the solubility of sodium chloride at room temp. ? What do you mean by 'solubility curve' ? State its utility. [H. S. comp.—1960]

6. (*a*) How is solubility of a solid determined at room temp. ?

(*b*) How is solubility of a solid determined at different temperatures ?

(*c*) On what factors does the solubility of a compound (solid or gas) depend ? Give reasons.

(*d*) State the effects of solutes on freezing and boiling points of a solvent. Give examples. [H. S. Tech.—1960]

7. (*a*) 24 cc. of a saturated (at 60°) solution of $AgNO_3$ are cooled from 60°C to 15°C. How much of $AgNO_3$ will crystallise out ? [Solubilities of $AgNO_3$ at 60°C and 15°C are 525 and 196 respectively] [Ans. 78·96 gms.]

(*b*) At 20°C, 2·5 gms. of water will be saturated by 5·1 gms. of cane sugar. What is the solubility of sugar at that temperature ? [Ans. 204]

8. (*a*) You are supplied with the solubility curves of two compounds. A mixture of those two compounds (both soluble in water) is given to you. Discuss how with the help of the solubility curves you may proceed to separate the ingredients of the mixture.

(*b*) What is the utility of solubility curves ?

9. (*a*) What is crystallisation ? Discuss crystallisation on the basis of solubilities of substances.

(*b*) How is that a simple insertion of a thread even helps to crystallise sugar from a highly concentrated solution of sugar ?

10. (*a*) What are crystals ? Give examples.

(*b*) What do you mean by hydrated crystals ? Give examples.

(*c*) Hydrated sodium-thiosulphate crystals dissolve in their own water of crystallisation. What type of solution is made thereby ?

11. What is water of crystallisation ? Will it be justified if I say that 'water of crystallisation' is 'water of constitution' ?

Crystals of blue-vitriol are slowly heated up to 250°C. What sort of changes will be observed ?

12. How is water of crystallisation of substances determined ? Describe the process of determination with crystals of common alum.

13. (*a*) Write a short note on the size of solute-particles in a solution.

(*b*) What is the size of particles when they make a colloidal solution ?

(*c*) What is the size of the particles when they tend to sediment in the solution ?

14. (*a*) What is a colloid ? Give examples. Compare colloids with crystalloids.

(*b*) How are colloids separated from crystalloids ?

(*c*) 'Dialysis is nothing but filtration with a medium of less porous nature'—Discuss.

(*d*) Define colloidal solutions. Give examples.

[H. S. Tech.—1960]

15. What do you mean by 'hard water' ? To what is the hardness due ? How is hard water identified from soft water ? Describe the best process of softening hard water.

16. What is 'hard water ?' Classify hard water. Name the salts which cause such classifications. Describe one process to remove harndess from each.

17. What are Zeolite and permutit ? How do they behave when they remove the hardness from water ? What is the need of removing hardness of water ? Why an old kettle takes more time to reach the boiling point of water ? Give equations.

18. How can you determine the volumetric composition of water ? Describe the synthetic and analytic methods.

19. How did Dumas determine the gravimetric composition of water ? What were the precautions observed ? Give necessary calculations.

20. Discuss the properties of water (Chemical and Physical). Give equations.

21. What are the actions of water on metals ? State the conditions of reactions and give equations.

22. Explain what is meant by 'water of crystallisation.' Give examples. Give the formulae of two compounds with water of crystallisation. What happens when blue crystals of copper sulphate are slowly heated ? [H. S. Comp.—1960]

23. A solid compound A gives up its water of crystallisation when exposed to air. It when treated with dil. acid gives a gas which turns lime-water milky. When CO_2 is passed through the aqueous solution of this compound, a new compound B is formed. This new compound is present in hard water.

What is the compound A ? What is the compound B ? How is it removed from hard water ?

[*Hints* :—লঘু অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় কার্বনেটগুলি CO_2 দেয়, যাহা চুনের জলকে ঘোলা করে। অতিরিক্ত CO_2 কোন কার্বনেটের জলীয়-দ্রবণে পরিচালিত করিলে বাই-কার্বনেট গঠিত হয়]

১১

হাইড্রোজেন—(সংকেত H_2)

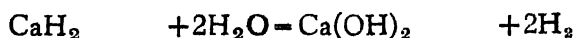
প্রাপ্তিস্থান: মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে ইহা অতি অল্প পরিমাণে বিদ্যমান। পেট্রোলিয়াম ও খনিজ লবণের খনিতে, আগ্নেয়গিরির গ্যাসে এবং বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগে সূর্যের বাহিরের গ্যাসীয়-আবরণে ইহা সামান্য পরিমাণে মুক্ত অবস্থায় থাকে। যৌগ অবস্থায় ইহা প্রধানতঃ জলে, অ্যাসিডে, ক্ষারে ও নানাবিধ জৈব পদার্থে বিদ্যমান থাকে।

আবিষ্কার: ষোড়শ শতাব্দীতে বিজ্ঞানী প্যারাসেলসাস ইহার সন্ধান পান। 1630 খ্রীষ্টাব্দে ভ্যান হেলমণ্টও ইহার সন্ধান পান। অতঃপর আইরিশ বিজ্ঞানী রবার্ট বয়েল ইহা তৈয়ারী করেন। কিন্তু ইহার স্বরূপ তাঁহার জানা ছিল না। 1776 খ্রীষ্টাব্দে ক্যাভেণ্ডিশ ইহার প্রকৃত আবিষ্কার করেন এবং নাম দেন 'প্রজ্বলন বায়ু'। বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিয়ার ইহার মৌলিকত্ব প্রমাণ করেন। এই গ্যাস জ্বালাইলে জল প্রস্তুত হয় বলিয়া ল্যাভয়সিয়ার ইহার নাম দেন হাইড্রোজেন (Hydrogen অর্থাৎ water producer)। বর্তমানে ইহাকে এই নামেই অভিহিত করা হয়।

প্রস্তুতি: হাইড্রোজেন বিভিন্ন পদার্থ হইতে (বিভিন্ন উপায়ে) প্রস্তুত করা যায়, যথা—(১) জল, (২) অ্যাসিড, (৩) ক্ষার এবং (৪) অ্যালকোহল।

জল হইতে প্রস্তুতি: (i) জল হইতে কিভাবে হাইড্রোজেন প্রস্তুত করা যায়, তাহা পূর্ব পরিচ্ছেদে বর্ণনা করা হইয়াছে। ইহা ব্যতীত ধাতব হাইড্রাইড, সমূহ, বিশেষতঃ ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2) যাহাকে আমরা হাইড্রোলিথ বলিয়া থাকি, সাধারণ উষ্ণতায় জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

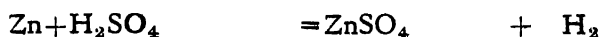
ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড + জল = ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড + হাইড্রোজেন।

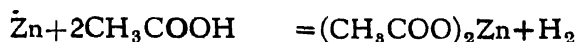
$$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2$$

(ii) অ্যাসিডযুক্ত জলকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করিলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $2H_2O \rightleftarrows 2H_2 + O_2$

অ্যাসিড হইতে প্রস্তুতি: অধিকাংশ ধাতু লঘু-অ্যাসিড হইতে সাধারণ

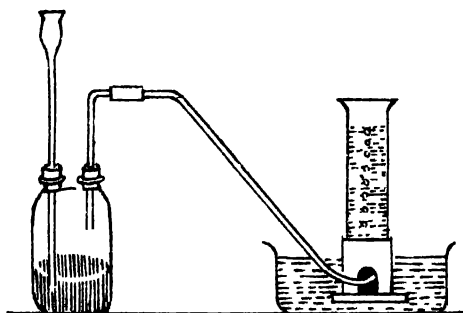
উষ্ণতায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে পারে। [ধাতুগুলি অবশ্য ইলেক্ট্রো-কেমিক্যাল সিরিজে H_2 এর উপরে হওয়া প্রয়োজন।]

জিংক + সালফিউরিক অ্যাসিড = জিংক সালফেট + হাইড্রোজেন।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

জিংক + অ্যাসিটিক অ্যাসিড = জিংক অ্যাসিটেট + হাইড্রোজেন।

$$Zn + 2CH_3COOH = (CH_3COO)_2Zn + H_2$$

ম্যাগনেসিয়াম + হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড + হাইড্রোজেন

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

রসায়নাগারের পদ্ধতি: রসায়নাগারে সাধারণতঃ জিংক ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড লইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করা হয়। সাধারণ উষ্ণতায় ইহা উৎপাদিত হয় বলিয়া সাধারণতঃ এই কাজে উল্‌ফ্ বোতল ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উল্‌ফ্ বোতলেব পরিবর্তে এই কাজে কোণাকার ফ্লাস্কও ব্যবহার করা

হাইড্রোজেন প্রস্তুতি

যাইতে পাবে। যাহা হউক, উল্‌ফ্ বোতলে কিছু জিংকের (দস্তা) ছিবড়া (granulated Zinc) লওয়া হইল। উল্‌ফ্ বোতলের এক মুখে একটি দীর্ঘনাল (thistle) ফানেল এবং অপর মুখে একটি নির্গম নল কর্কের সাহায্যে লাগান হইল। দীর্ঘনাল ফানেল দ্বারা খানিকটা জল বোতলে ঢালা হইল যাহাতে ফানেলের শেষ প্রান্ত জলে ডুবান থাকে। বোতলটি যেন এবার সম্পূর্ণ বায়ুরোধী হয়। বায়ুরোধী হইল কিনা জানিবার উপায় আছে। নির্গম নলের প্রান্তে ফুঁ দিয়া বোতলের জলকে দীর্ঘনাল ফানেলের নলের উপরে উঠান হয়। অতঃপর নির্গমনলের প্রান্ত বৃদ্ধাঙ্গুলি দ্বারা চাপিয়া ধরিলে যদি নলের জল

না নামে তবে বোঝা যাইবে যে উহা বায়ুরোধী হইয়াছে। বোতলটি সম্পূর্ণ বায়ুরোধী হইয়াছে জানিবার পর দীর্ঘনাল ফানেল দ্বারা বোতলে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হইল। কিছুক্ষণের জন্য উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসকে সংগ্রহ করা হইবে না। উহা বোতলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে বাহির করিয়া দিবে ; এবং বোতলের বায়ু সম্পূর্ণ দূরীভূত হইলে হাইড্রোজেন গ্যাসকে জলের নিম্নভ্রংশ সাহায্যে গ্যাস-জারে সংগ্রহ করিতে হইবে।

প্রথম গ্যাসজারটি হাইড্রোজেনপূর্ণ করিয়া উহাতে একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইতে হইবে। যদি ইহাতে শব্দ সহকারে বিস্ফোরণ হয় তবে বোতলের অভ্যন্তরের বায়ু সম্পূর্ণ দূরীভূত হয় নাই, ইহাই বুঝিতে হইবে। তখন আরও কিছুক্ষণের জন্য হাইড্রোজেন গ্যাস সংগ্রহ না করিয়া ছাড়িয়া দিতে হইবে।

সাবধানতা : (ক) হাইড্রোজেন সহজ দাহ্য গ্যাস এবং অক্সিজেনের সহিত ইহা বিস্ফোরণ সহকারে মিলিত হয়। এই কারণে হাইড্রোজেন প্রস্তুত কালে অক্সিজেন বা বাতাস হইতে ইহাকে মুক্ত রাখিতে হইবে, নতুবা যন্ত্রটির মধ্যে বিস্ফোরণ হইয়া দুর্ঘটনা ঘটিতে পারে। সেই কারণে (১) বোতলের বাতাসকে দূরীভূত করিতে হয়। (২) সংগ্রহকারী গ্যাস জারে যেন সামান্য বায়ুও না থাকে। (৩) বোতলটি যেন বায়ুরোধী হয়। (৪) এবং প্রথম গ্যাস-জারটির হাইড্রোজেন জলন্ত কাঠির দ্বারা পরীক্ষা করিতে হয়।

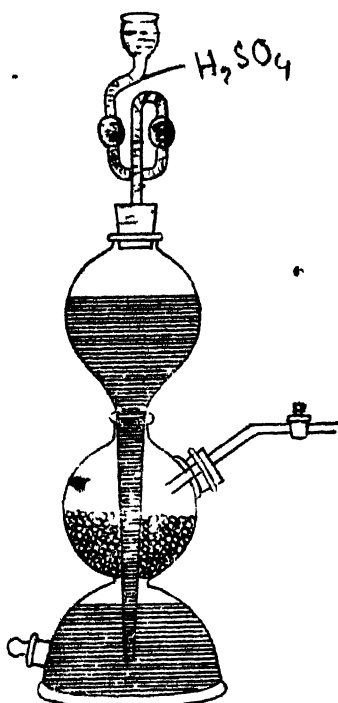
(খ) দীর্ঘনাল ফানেলটি যেন জলে ডুবান থাকে, নতুবা উৎপন্ন হাইড্রোজেন ঐ ফানেলের মুখ দিয়া বাহির হইয়া যাইতে পারে।

(গ) জিংকের ছিবড়া যতক্ষণ অ্যাসিডের সংস্পর্শে থাকে ততক্ষণ হাইড্রোজেন বাহির হইতে থাকিবে। এই কারণে জিংকের ছিবড়াগুলিকে যেন অ্যাসিড সম্পূর্ণ আবৃত করিয়া রাখে।

কিপ্-যন্ত্রে প্রস্তুত হাইড্রোজেন :

প্রয়োজনানুযায়ী বা ইচ্ছামত হাইড্রোজেন পাইবার জন্য রসায়নাগারে বর্তমানে কিপ্-যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রের দুইটি অংশ। উপরের অংশটি একটি কাঁচের গ্লোব যাহার নিম্নদেশ লম্বা একটি নল সদৃশ। নীচের অংশ দেড়খানি কাচের গ্লোবের জোড়া।

উপরের অংশটি একটি বড় ফানেলের কাজ করে। যখন ইহাকে নিম্নাংশের

মুখে বসাইয়া দেওয়া হয় তখন সমস্ত যন্ত্রটি বায়ুরোধী হইয়া যায়। নিম্নাংশের পূর্ণ-গ্লোবে রবারের ছিপির সাহায্যে একটি স্টপকক লাগান থাকে, এবং সর্ব-নিম্নের অর্ধ গ্লোবে অব্যবহার্য অ্যাসিড বাহির করিয়া লইবার পথ আছে।

ক্রিপস্ যন্ত্র

নিম্নাংশের পূর্ণ-গ্লোবে দস্তা রাখা হয়; এবং ফানেল সাহায্যে ঊর্ধ্বাংশের গ্লোবে অ্যাসিড ঢালা হয়। অ্যাসিড যখন দস্তার সংস্পর্শে আসে তখন হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। মাঝের গ্লোবের স্টপকক খুলিয়া ইহাকে সংগ্রহ করা যায়। আবার যখন প্রয়োজন ফুরায় তখন স্টপকক বন্ধ করিয়া দিতে হয়। কিন্তু তখনও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইতে থাকে, কিন্তু এই হাইড্রোজেন নির্গমণের পথ না পাইয়া ভিতরে চাপের সৃষ্টি করে; যাহার ফলে উপরের গ্লোবের লম্বা নল দিয়া অ্যাসিড ঊর্ধ্বে উঠিয়া দস্তার সংস্পর্শ হইতে বিচ্ছিন্ন হয় এবং হাইড্রোজেন উৎপাদন বন্ধ হয়।

বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী:

রসায়নাগারে বাজারের পণ্য জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় উহা স্বভাবতঃই বিশুদ্ধ নহে। উহাতে সামান্য পরিমাণে আর্সাইন (AsH_3), ফস্‌ফিন্ (PH_3), হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), নাইট্রোজেনের অক্সাইড—প্রধানতঃ নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড (NO_2), কার্বন-ডাই-অক্সাইড (CO_2), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), নাইট্রোজেন ও জলীয় বাষ্প থাকে।

এই ভাবে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসকে U-নলে রক্ষিত বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্যের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিলে ইহা অশুদ্ধি মুক্ত হয়।

সিলভার সালফেট দ্রবণ PH_3 এবং AsH_3 কে শোষণ করে; লেড-নাইট্রেট দ্রবণ H_2S শোষণ করে, কষ্টিক পটাস দ্রবণ SO_2, NO_2 এবং CO_2 শোষণ করে; এবং ফসফোরাস পেণ্টোক্সাইড জলীয়-বাষ্প শোষণ করে। নাইট্রোজেনকে সহজে মুক্ত করা যায় না। [এইভাবে পরিশোধিত বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন লইয়াই বিজ্ঞানী ডুমা জলের ওজন-সংযুতি পরীক্ষা করিয়াছিলেন।]

হাইড্রোজেন হইতে নাইট্রোজেন দূরীকরণ:

প্রায় বিশুদ্ধ অথচ নাইট্রোজেনযুক্ত হাইড্রোজেন গ্যাসকে উত্তপ্ত প্যালাডিয়াম পাতসমূহের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয়। প্যালাডিয়াম হাইড্রোজেনকে শোষণ করে; কিন্তু নাইট্রোজেনকে করে না। এইবার ঐ প্যালডিয়ামকে লইয়া পুনরায় উত্তাপ দিয়া লোহিত-তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন বাহির হইতে থাকে। এই হাইড্রোজেনকে পারদের নিম্নভ্রংশ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

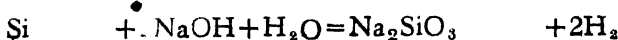
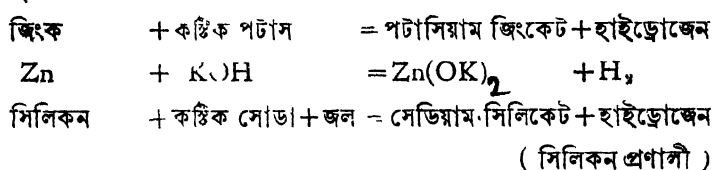
বিশুদ্ধতম হাইড্রোজেন: বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া পাওয়া যাইতে পারে।

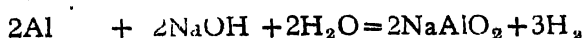
(iii) **ক্ষার হইতে প্রস্তুতি:** ক্ষার, যথা—কষ্টিক সোডা বা কষ্টিক পটাসের সহিত জিংক, অ্যালিউমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতু অথবা সিলিকন জাতীয় অধাতু ফোটাইলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

জিংক + কষ্টিক পটাস = পটাসিয়াম জিংকেট + হাইড্রোজেন

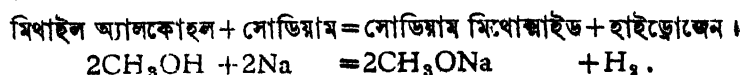
$$Zn + KOH = Zn(OK)_2 + H_2$$

সিলিকন + কষ্টিক সোডা + জল = সোডিয়াম সিলিকেট + হাইড্রোজেন (সিলিকন প্রণালী)

$$Si + NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2$$

অ্যালুমিনিয়াম + কষ্টিক সোডা + জল = সোডিয়াম অ্যালুমিনেট + হাইড্রোজেন

$$2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2$$

অ্যালকোহল হইতে প্রস্তুতি: ইথাইল বা মিথাইল অ্যালকোহলের সহিত সোডিয়াম, পটাসিয়াম বা জিংক-কপার কাপ্‌লের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

মিথাইল অ্যালকোহল + সোডিয়াম = সোডিয়াম মিথোক্সাইড + হাইড্রোজেন।

$$2CH_3OH + 2Na = 2CH_3ONa + H_2.$$

বৃহদায়তনে হাইড্রোজেন প্রস্তুত প্রণালী ঃ

(i) ওয়াটার গ্যাস হইতে এবং (ii) লেন প্রণালী (ii) হাইড্রোলিথ প্রণালী, (iv) সিলিকন প্রণালী ও (iv) জলের তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রণালীর সাহায্যে পণ্য হাইড্রোজেন প্রস্তুত করা হইয়া থাকে।

• ওয়াটার গ্যাস $(CO+H_2)$ আরও অতিরিক্ত জলীয়-বাষ্পের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত লৌহ-অক্সাইড ও ক্রোমিয়াম অক্সাইডের উপর দিয়া পরিচালিত করিলে কার্বন মনোক্সাইড কার্বন-ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয় ; এবং আরও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) ও ক্রোমিয়াম অক্সাইড (Cr_2O_3) অনুঘটকের কাজ করে। কার্বন ডাই-অক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ এইবার অতিরিক্ত চাপে জল, কষ্টিক সোডা ও কিউপ্রাস ফরমেট দ্রবণের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও কার্বন মনোক্সাইড দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। (কিউপ্রাস ফরমেট কার্বন মনোক্সাইডের শোষক দ্রাবক।)

অন্যান্য প্রণালীর আলোচনা পূর্বে অল্পবিস্তর করা হইয়াছে।

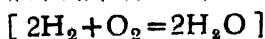
হাইড্রোজেনের ধর্ম ঃ

1. **ভৌত ধর্ম ঃ** (1) ইহা একটি বর্ণহীন ও গন্ধহীন গ্যাস। (2) ইহা গ্যাসের মধ্যে সর্বাপেক্ষা লঘু। এই কারণে ছোট বেলুন ইহা দ্বারা পূর্ণ করিয়া ছাড়িয়া দিলে বেলুন উপরে উঠিয়া যায়। ইহার বাষ্পীয় ঘনত্বকে একক ধরিয়া অন্যান্য গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় করা হয়। ইহার ঘনত্ব প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে ·000089 গ্রাম। (3) ইহার হিমাংক $-259°C$ এবং স্ফুটনাংক $-252°C$। (4) ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয়।

(1) **রাসায়নিক ধর্ম ঃ** ইহা নিজে সহজ দাহ্য, কিন্তু অপরকে জ্বলিতে সাহায্য করে না। বাতাস বা অক্সিজেনের সংস্পর্শে ইহাতে অগ্নিসংযোগ করিলে, ইহা নীলাভ আলোক সহকারে জ্বলিয়া উঠে।

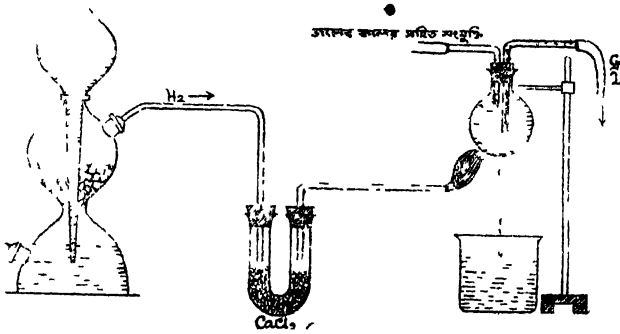
পরীক্ষা ঃ একটি হাইড্রোজেনপূর্ণ গ্যাসজারে জ্বলন্ত পাটকাঠি প্রবেশ করানো হইল। পাটকাঠি নিভিয়া গেল ; কিন্তু হাইড্রোজেন গ্যাস জ্বলিয়া উঠিল। এই আলোক শিখার রং নীল।

(2) হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইয়া বিস্ফোরক মিশ্রণের সৃষ্টি করে এবং উহাতে অগ্নিসংযোগ করিলে জল উৎপন্ন হয়।

$$[2H_2+O_2=2H_2O]$$

১ম পরীক্ষা ঃ একটি শক্ত কাঁচের বোতলে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাস পূর্ণ করা হইল। এখন ইহার মুখটি বার্ণারের সামনে ধরিলেই ভিতরে প্রচণ্ড শব্দ সহকারে বিস্ফোরণ হইবে এবং বোতলটির দেওয়ালে জলবিন্দু দেখা যাইবে।

(3) অক্সিজেনের সংস্পর্শে ইহার দহনে জল উৎপন্ন হয়।

২য় পরীক্ষা ঃ কিপ্‌যন্ত্র হইতে প্রাপ্ত হাইড্রোজেন গ্যাসকে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া জলীয়-বাষ্প মুক্ত করা হইল। U-নলের যে মুখ দিয়া হাইড্রোজেন নির্গত হইতে থাকিবে

বায়ুতে হাইড্রোজেনের দহনে জলের সৃষ্টি

তাহাতে অগ্নিসংযোগ করা হইল। এই নীলাভ অগ্নিশিখাকে ধারকে ধৃত ফ্লাস্কের শীতল গাত্রের কাছে ধরা হইল; এবং নিম্নে রাখা হইল একটি বীকার। ফ্লাস্কের মুখের উপরে জলের-কল খুলিয়া দেওয়া হইল, যাহাতে শীতল জল-সরবরাহ সর্বদা বজায় থাকে।

অক্সিজেনের সংস্পর্শে হাইড্রোজেন পুড়িয়া জলীয়বাষ্প হইবে এবং সেই জলীয়-বাষ্প ফ্লাস্কের শীতল গাত্রের সংস্পর্শে আসিয়া ঘনীভূত হইয়া নিম্নস্থিত বীকারে জমা হইবে।

(4) অক্সিজেনের প্রতি ইহার যথেষ্ট আকর্ষণ আছে। সেই কারণে উত্তপ্ত ধাতব অক্সাইডের মধ্য দিয়া ইহাকে পরিচালিত করিলে মৌলিক ধাতুটি পাওয়া যায়; এবং অক্সিজেন-হাইড্রোজেনের সহিত মিশিয়া জল উৎপন্ন করে।

কপার-অক্সাইড + হাইড্রোজেন = কপার + জল

$$\underset{\text{(উত্তপ্ত)}}{CuO} + H_2 = Cu + H_2O$$

এইরূপ প্রক্রিয়াকে বিজারণ বলা হয়। সুতরাং হাইড্রোজেন একটি বিজারক।

(5) কতকগুলি বিশেষ অবস্থায় হাইড্রোজেন অধাতুর সহিত সংশ্লিষ্ট হয়। যেমন :

হাইড্রোজেন + ফ্লোরিন = হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড (যে কোন অবস্থায়)

$$H_2 + F_2 = 2HF$$

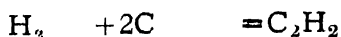
হাইড্রোজেন + ক্লোরিন = হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (আলোকে)

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

হাইড্রোজেন + নাইট্রোজেন = অ্যামোনিয়া (তাপ ও চাপের সাহায্যে)

$$3H_2 + N_2 = 2NH_3$$

হাইড্রোজেন + কার্বন = অ্যাসিটিলিন (বিদ্যুৎ-স্ফুলিংগের সাহায্যে)

$$H_2 + 2C = C_2H_2$$

(6) উত্তপ্ত ক্যালসিয়াম প্রমুখ ধাতু হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রাইডের সৃষ্টি করে।

ক্যালসিয়াম + হাইড্রোজেন = ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড

$$Ca + H_2 = CaH_2$$

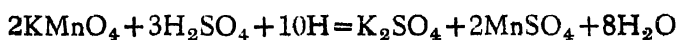
(7) নিকেল, কোবল্ট, প্লাটিনাম, লৌহ ও বিশেষ করিয়া প্যালাডিয়াম উত্তপ্ত অবস্থায় হাইড্রোজেন গ্যাসকে শোষণ করে। চূর্ণাবস্থায় এই শোষণের পরিমাণ অনেক বেশী। এই প্রকার শোষণকার্যকে **অধিধারণ বা অন্তর্ধৃতি** (occlusion) বলা হয়। প্যালাডিয়াম ধাতুচূর্ণের অধিধারণ ক্ষমতা অনেক বেশী। ইহা নিজ আয়তনের প্রায় 900 গুণ হাইড্রোজেন শোষণ করিতে সক্ষম। আবার উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অধিধৃত হাইড্রোজেনকে ফিরিয়া পাওয়া যায়। অধিধারণে রাসায়নিক বিক্রিয়া হয় না, হাইড্রোজেন কঠিন ধাতু দ্বারা শোষিত হইয়া থাকে।

(8) **নবজাত ও জায়মান (Na-cent) হাইড্রোজেন** : কোন কোন পদার্থে হাইড্রোজেন পরিচালিত করিলে পদার্থের কোন পরিবর্তন হয় না; অথচ ঐ সকল পদার্থের ভিতরেই যদি হাইড্রোজেন উৎপন্ন করা যায়, তবে পদার্থের পরিবর্তন ঘটে।

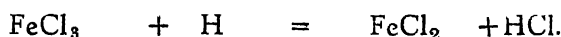
১ম পরীক্ষা : একটি পরীক্ষা নলে লাল বর্ণের পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) দ্রবণ লইয়া উহার মধ্যে হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে

উহার বর্ণের কোন তারতম্য ঘটিবে না। অথচ এই পরীক্ষা-নলে যদি লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ও দস্তা দেওয়া যায়, তাহা হইলে নবজাত হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হইয়া দ্রবণটি বর্ণহীন করিয়া দিবে।

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট + সালফিউরিক অ্যাসিড + নবজাত হাইড্রোজেন
= পটাসিয়াম সালফেট + ম্যাঙ্গানাস সালফেট + জল।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 10H = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

২য় পরীক্ষা : একটি পরীক্ষা-নলে খানিকটা পাটকিলে বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ লওয়া হইল। ইহার মধ্যে কিপ্-যন্ত্র হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন পরিচালিত করিলে বর্ণের কোন তারতম্য হইবে না, অথচ উহার মধ্যে দস্তা ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিলে উহা বর্ণহীন হইয়া যাইবে।

ফেরিক ক্লোরাইড + হাইড্রোজেন = ফেরাস ক্লোরাইড + জল।

$$FeCl_3 + H = FeCl_2 + HCl.$$

উপরে বর্ণিত $KMnO_4$ ও $FeCl_3$ দ্রবণের রং বিজারণের ফলে বর্ণহীন হইয়া থাকে। সাধারণ হাইড্রোজেন এই প্রকার নবজাত বা জায়মান হাইড্রোজেন অপেক্ষা কম শক্তিশালী।

(সাধারণতঃ হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবার পরেই আণবিক অবস্থা প্রাপ্ত হয়। আণবিক হাইড্রোজেনকে সাধারণ হাইড্রোজেন বলা হয়; এবং যে হাইড্রোজেন পারমাণবিক অবস্থায় থাকে উহাকে বলা হয় জায়মান বা নবজাত হাইড্রোজেন। ইহা সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা বেশী সক্রিয় এবং অধিকতর শক্তিশালী বিজারক।)

হাইড্রোজেনের ব্যবহার :

(i) সর্বাপেক্ষা লঘু গ্যাস বলিয়া ইহা বেলুনে ব্যবহৃত হয়।

(ii) অক্সি-হাইড্রোজেন শিখার জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহা ওয়েল্‌ডিংএ প্রয়োজন হয়। ইহার উষ্ণতা প্রায় 2800°C হয়।

(iii) উপরোক্ত শিখা চুনের উপর ফেলিলে অত্যুজ্জ্বল আলোক পাওয়া যায় ইহার নাম চুনালোক (lime light)।

(iv) অ্যামোনিয়া, কৃত্রিম বনস্পতি প্রভৃতি উৎপাদনে ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

(v) রসায়নাগারে বিজারক হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

Questions to be Discussed.

1. How is hydrogen prepared in the laboratory? How is it purified? State its properties and uses.

2. What is the action of magnesium on dil. HCl? How is the resulting gas collected in a dry condition?

3. Prepare hydrogen from the following substances :—
(*i*) water (*ii*) hydro-chloric acid (*iii*) caustic soda and (*v*) nitric acid.

4. How by different means hydrogen can be prepared from water? Give equations, and state conditions.

5. Prove by suitable reactions that water, sulphuric acid ethyl alcohol and caustic potash contain one inflamable gaseous element in common.

6. (*a*) What is nascent hydrogen? Describe with equations an experiment to show that nascent hydrogen is more powerful than ordinary hydrogen.

(*b*) What is 'occlusion'? What are the substances that occlude hydrogen? Show that occlusion is a process by which hydrogen can be purified.

7. (*a*) How is hydrogen prepared by the action of steam on red-hot iron-filings? Give equation.

(*b*) How is hydrogen prepared by passing steam on red-hot carbon? Give equations. What is the name of the resulting gas?

8. Why of all substances, zinc and sulphuric acid are chosen for the laboratory preparation of hydrogen?

9. What is the arrangement, so that we may control the production of hydrogen in the laboratory? Give a neat sketch of the apparatus.

১২

জারণ ও বিজারণ

(Oxidation & Reduction)

কোন মৌলের সহিত অক্সিজেনের সংযোগ অথবা অক্সিজেন-সম্বলিত কোন পদার্থে অক্সিজেনের মাত্রা বৃদ্ধিকে সাধারণ ভাবে আমরা জারণ (Oxidation) বলি। যেমন কপার (Cu) ম্যাগনেসিয়াম (Mg), লৌহ (Fe), গন্ধক (S), ফসফরাস (P) প্রভৃতিকে অক্সিজেনে দহন করিলে আমরা CuO, MgO, Fe_3O_4, SO_2 এবং P_2O_5 পাই। এই সকল ক্ষেত্রে মৌলের সহিত অক্সিজেনের সাক্ষাৎ সংযোগ হইয়াছে। সুতরাং এই সকল বিক্রিয়াকে জারণ বলা চলে। আবার সালফার ডাই-অক্সাইডকে (SO_2) অনুঘটকের সাহায্যে যদি সালফার ট্রাই-অক্সাইড (SO_3), নাইট্রিক অক্সাইডকে (NO) অক্সিজেনের সংস্পর্শে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড (NO_2) করি তবে পদার্থে অক্সিজেনের মাত্রা বৃদ্ধি পাইয়াছে বলিয়া এই সব বিক্রিয়াগুলিকেও আমরা জারণ বলিতে পারি।

অক্সিজেন হইল অপরাবিদ্যুৎবাহী (electronegative) মৌল। কোন পদার্থে অক্সিজেনের পরিবর্তে যদি কোনও রূপে অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল সংযোজন করিতে পারি, বা উহার মাত্রা বৃদ্ধি করিতে পারি, তাহা হইলে ঐ বিক্রিয়াকেও জারণ বলা যায়। যেমন হাইড্রোজেনের সহিত হ্যালোজেন গোষ্ঠীর (ফ্লোরিন, ক্লোরিণ, ব্রোমিন ও আইওডিনের) সহজে মিলন হয়। এস্থলে হাইড্রোজেন জারিত হইয়াছে বুঝিতে হইবে।

ফেরাস ক্লোরাইড ($FeCl_2$) ফেরিক ক্লোরাইডে ($FeCl_3$), স্ট্যানাস ক্লোরাইড ($SnCl_2$) স্ট্যানিক ক্লোরাইডে ($SnCl_4$), কিউপ্রাস ক্লোরাইড (Cu_2Cl_2) কিউপ্রিক ক্লোরাইডে ($CuCl_2$) পরিণত হওয়াকে আমরা জারণ বলি। অনুরূপভাবে পদার্থে অপরা বিদ্যুৎবাহী কোন মূলক (group) যেমন সালফেট (SO''_4) নাইট্রেট (NO_3') ইত্যাদির সংযোগ বা পরিমাণ বৃদ্ধি পাইলে সেই বিক্রিয়াকেও আমরা জারণ বলি।

যেমন ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) যদি ফেরিক সালফেট [$Fe_2(SO_4)_3$] হয় তাহা হইলে সেই বিক্রিয়াকে জারণ বলা হইবে।

ইহা ব্যতীত পদার্থ হইতে যদি হাইড্রোজেন বা পরাবিদ্যুৎবাহী (electro positive) মৌল বা মূলক দূরীভূত করা যায় তাহা হইলে উহাকেও জারণ বলা যায়।

যেমন, গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে (HCl) ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইডের সহিত উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন বিদূরীত হইয়া ক্লোরিণ পাওয়া যায়। ইহাও জারণ ক্রিয়া।

সুতরাং জারণ হইল কোন মৌলে বা যৌগে অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল বা মূলকের সংযোগ বা উহার মাত্রাবৃদ্ধি অথবা কোন যৌগ হইতে পরাবিদ্যুবাহী মৌল বা মূলক দূরীভূত হওয়া।

অনুরূপ ভাবে পদার্থে (i) হাইড্রোজেন বা পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের সংযোজন বা অনুপাত বৃদ্ধি;

ও (ii) অক্সিজেন বা অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল বা মূলকের বিদূরণ বা পরিমাণ হ্রাসকে বিজারণ বলে।

অর্থাৎ—বিজারণ (reduction) **হইল কোন মৌলে বা যৌগে পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের সংযোজন বা মাত্রাবৃদ্ধি, অথবা যৌগ হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল বা মূলকের বিদূরণ বা পরিমাণ হ্রাস হওয়া।**

উদাহরণ—(ক) নাইট্রোজেনের সহিত তাপ, চাপ ও অনুঘটকের সাহায্যে হাইড্রোজেনের মিলন হইয়া অ্যামোনিয়া (NH_3) হয়। এখানে নাইট্রোজেন বিজারিত হইয়াছে।

হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেনের মিলনে জল (H_2O) গঠিত হয়। এখানে অক্সিজেন বিজারিত হইয়াছে।

আলোকের সংস্পর্শে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিণ মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড হয়। এখানে ক্লোরিণ বিজারিত হইয়াছে।

(খ) জায়মান হাইড্রোজেন ফেরিক ক্লোরাইডকে ($FeCl_3$) কে ফেরাস ক্লোরাইডে ($FeCl_2$) পরিণত করে। এখানে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিণের পরিমাণ হ্রাস হইয়াছে, অর্থাৎ ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইয়াছে।

(গ) উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের (CuO) মধ্যে হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে কপার পাওয়া যায়। এখানে CuO বিজারিত হইয়াছে।

(ঘ) ফেরিক সালফেট [$Fe_2(SO_4)_3$] যদি কোনও রূপে $FeSO_4$ এ পরিণত হয়, তবে $Fe_2(SO_4)_3$ বিজারিত হইয়াছে বলা হইবে; কেননা অপরা বিদ্যুৎবাহী একটি মূলক (SO''_4) হ্রাস পাইয়াছে।

জারণ ও বিজারণের এইরূপ অসংখ্য উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে।

জারণ ও বিজারণের উদাহরণগুলি ভালভাবে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে **একই প্রক্রিয়ায় জারণ এবং বিজারণ উভয়ই ঘটিতেছে।**

হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেনের মিলনে যে জল হয়, সেই প্রক্রিয়ায় হাইড্রোজেন জারিত এবং অক্সিজেন বিজারিত হইয়াছে।

ম্যাগনেসিয়াম ধাতু অক্সিজেনে পুড়াইলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) হয়। এখানে ম্যাগনেসিয়াম জারিত এবং অক্সিজেন বিজারিত হইয়াছে, যেহেতু অক্সিজেনের সহিত পরাবিদ্যুৎবাহী ম্যাগনেসিয়াম যুক্ত হইয়াছে। **প্রক্রিয়াগুলিতে আরও লক্ষ্যণীয় বিষয় হইল এই যে, পদার্থকে জারিত করিতে গিয়া জারক নিজেই বিজারিত হইতেছে।**

মারকিউরিক ক্লোরাইড ($HgCl_2$) ও স্ট্যানাস ক্লোরাইডের ($SnCl_2$) মধ্যে বিক্রিয়া হইয়া স্ট্যানিক ক্লোরাইড ($SnCl_4$) এবং মারকিউরাস ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2) গঠিত হয়। এখানে জারক $HgCl_2$ নিজে বিজারিত হইয়া Hg_2Cl_2 এবং বিজারক $SnCl_2$ জারিত হইয়া $SnCl_4$ এ পরিণত হইতেছে।

আবার দেখা যায় যে **জারিত বস্তুর পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের যোজ্যতা (Valency) এই প্রক্রিয়ায় বৃদ্ধি পায় এবং বিজারিত বস্তুর পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের যোজ্যতা হ্রাস পায়।** এ বিষয়ে পরে আলোচনা করা হইবে।

বিভিন্ন জারকদ্রব্যের নাম ঃ

অক্সিজেন, ওজোন O_3), হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড (H_2O_2), অন্যান্য পার-অক্সাইড্স, নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3), হ্যালোজেন গোষ্ঠী, পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট, ($K_2Cr_2O_7$), পটাসিয়াম পার-ম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) প্রভৃতি জারক দ্রব্য।

বিভিন্ন বিজারকদ্রব্যের নাম ঃ

হাইড্রোজেন, কার্বন, সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S), কার্বন মনোক্সাইড (CO), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), স্ট্যানাস ক্লোরাইড

($SnCl_2$), হাইড্রো-আইওডিক অ্যাসিড (HI), ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) প্রভৃতি বিজারক দ্রব্য।

অণু ও পরমাণু (Molecule and atom)

জগৎ পদার্থময়। কিন্তু বিশুদ্ধ পদার্থকে আমরা দুইটি ভাগে ভাগ করিয়াছি- যৌগিক ও মৌলিক। এখন পদার্থসমূহ কিরূপ বস্তু লইয়া গঠিত, এবং তাহাদের গঠনের এমন কি বৈশিষ্ট্য আছে যাহা পদার্থকে মৌলিক বা যৌগিক বলিয়া সনাক্ত করা যায় তাহাই আমরা দেখিব।

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, যে সব পদার্থ মাত্র একটি উপাদান দ্বারা গঠিত তাহাই মৌলিক পদার্থ। অর্থাৎ মৌলিক পদার্থকে ক্রমাগত বিশ্লেষণ করিয়াও আমরা একের অধিক পদার্থের সাক্ষাৎ পাইব না। মনে করা যাক্ এক তাল স্বর্ণ লইয়া আমরা পরীক্ষা সুরু করিলাম। আমরা ইহাকে ভাঙ্গিতে সুরু করিলাম। ক্রমশঃই টুকরাগুলি ক্ষুদ্র হইতে ক্ষুদ্রতর হইতে লাগিল; কিন্তু তখনও স্বর্ণের সমস্ত গুণ ইহার মধ্যে বিদ্যমান রহিল। ক্রমাগত ভাঙ্গিতে ভাঙ্গিতে আমরা এমন এক অবস্থায় আসিয়া পৌছিতে পারি যখন আর উহা ভাঙ্গা সম্ভব নয়। তখনও দেখা যাইবে যে উহাতে স্বর্ণের সমস্ত গুণই বর্তমান আছে। এই যে ক্ষুদ্রক্ষুদ্র অবিভাজ্য স্বর্ণ-কণা যাহার মধ্যে স্বর্ণের সমস্ত গুণই বর্তমান, তাহাকেই স্বর্ণের **পরমাণু** (atom) বলা হয়। সকল মৌলিক পদার্থের এইরূপ ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য কণাকে সেই মৌলিক পদার্থের পরমাণু বলে। পরমাণুর সংগা হিসাবে বলা যায় যে **"মৌলিক পদার্থের যে ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য কণা উক্ত মৌলের সকল বৈশিষ্ট্যসহ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে, তাহাকেই পরমাণু বলে।"** কিন্তু অধিকাংশ মৌলিক পদার্থের পরমাণু মোটামুটি একাকী অবস্থান করিতে চাহে না—দুই বা ততোধিক পরমাণু একটি জোটবদ্ধ পরিবার রূপে অবস্থান করিতে ভালবাসে। এই জোটবদ্ধ পরমাণু পরিবারকে সেই মৌলিক পদার্থের অণু বলা যাইতে পারে। ইহাকে আমরা **মৌলিক অণু বলি।** কিন্তু যৌগিক পদার্থ বিশ্লেষণ করিলে একের অধিক মৌলিক পদার্থের সাক্ষাৎ পাওয়া যায়। যেমন খাদ্য লবণ, ইহা একটি যৌগিক পদার্থ—ইহা বিশ্লেষণ করিলে সোডিয়াম এবং ক্লোরিণ, এই দুইটি মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়। অন্যান্য পদার্থের মত খাদ্যলবণেরও নিজস্ব কিছু গুণ আছে, যেমন—ইহা স্বাদে নোনতা ইত্যাদি। এখন যদি এই খাদ্য লবণকে

আমরা ক্রমাগত বিভক্ত করিতে থাকি, তাহা হইলে ধীরে ধীরে আমরা এমন এক অবস্থায় পৌছিব, যখন উহাকে আর বিভক্ত করিবার চেষ্টা করিলে উহা আর খাদ্য লবণ থাকিবে না। তখন সেই ক্ষুদ্রতম অংশটি (অণু) ভাঙ্গিয়া উহার মৌলিক উপাদানেব পবমাণুতে পরিণত হইবে। লবণের সেই ক্ষুদ্রতম অংশ যাহাতে উহার সকল নিজস্ব গুণ বর্তমাণ, এবং যাহার স্বাধীন সত্ত্বা আছে, তাহাকেই লবণের অণু (Molecule) বলা হইবে। **স্বাধীন সত্ত্বা-বিশিষ্ট ও পদার্থের সমস্ত ধর্ম সম্পন্ন পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশকে (তা সে মৌলিক বা যৌগিক যে কোন পদার্থই হউক না কেন) অণু বলে।** দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থেব রাসায়নিক মিলনে অর্থাৎ পবমাণুগুলিব একত্র সুনির্দিষ্ট সমাবেশে (rearrangement) অণু গঠিত হয়।

তাহা হইলে আমরা দেখিতেছি যে পদার্থেব গঠনেব মুলে বহিয়াছে পবমাণু।

মৌলিক অণু :

মৌলিক পদার্থের অণুকে মৌলিক অণু বলে। ইহাকে বিশ্লেষণ করিলে শেষ পর্যন্ত ঐ মৌলিক পদার্থ ব্যতীত অন্য কিছুই পাওয়া যাইবে না।

পূর্বে বলা হইয়াছে যে পবমাণুগুলি জোটবদ্ধ অবস্থায় থাকিতে চাহে। এক একটি মৌলিক পদার্থেব অণু বিভিন্ন সংখ্যক পরমাণুব সমবায়ে গঠিত।

উদাহরণ :—এক-পরমাণুক অণু :—উদাসী গ্যাসগুলি যথা, হিলিয়াম, ক্রিপটন, জেনন ইত্যাদি। ইহা ব্যতীত লৌহ, নিকেল, স্বর্ণ, প্লাটিনাম প্রভৃতির অণুকে আমবা এক-পবমাণুক ধবি।

দ্বি-পবমাণুক :—সকল মৌলিক গ্যাস (Avogadro)

চতুর্পবমাণুক :—সাধাবণ উষ্ণতায় ফসফোবাস।

অষ্ট-পরমাণুক—গন্ধক ইত্যাদি।

যৌগিক অণু :

যৌগিক পদার্থের অণুকে আমরা যৌগিক অণু বলি, অর্থাৎ উহাকে বিশ্লেষণ করিলে শেষ পর্যন্ত উহা একাধিক মৌলিক উপাদানের পরমাণুতে বিভক্ত হয়।

অজৈব যৌগের অণুগঠন সরল; কিন্তু জৈব-যৌগের অণু গঠন জটিল। ইহাদিগকে বিশ্লেষণ করিলে যদিও বহু প্রকার মৌলিক উপাদান পাওয়া যায় না, তথাপি এক একপ্রকার মৌলের পরমাণু সংখ্যা অনেক হইতে পারে। যৌগিক অণুগঠনের তত্ত্ব 'যোজ্যতা' আলোচনা কালে বিশদভাবে ব্যাখ্যা করা হইবে।

অণু ও পরমাণুর তুলনা ঃ

অণু ঃ	পরমাণু ঃ
(i) ইহা পদার্থের (মৌল বা যৌগ) ক্ষুদ্রতম কণা।	(i) ইহা মৌলের ক্ষুদ্রতম কণিকা।
(ii) পদার্থের সকল ধর্ম ইহাতে বিদ্যমান।	(ii) মৌলের সকল ধর্ম ইহাতে বিদ্যমান।
(iii) ইহা মুক্ত অবস্থায় থাকিতে পারে, অর্থাৎ ইহার স্বাধীন সত্তা আছে।	(iii) ইহা মুক্ত অবস্থায় থাকিতে পারেনা, অর্থাৎ ইহার স্বাধীন সত্তা নাই। [এক-পরমাণুক অণু অর্থাৎ পরমাণু মুক্তাবস্থায় থাকিতে পারে।]
(iv) ইহা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না।	(iv) ইহা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।
(v) ইহা পরমাণুদ্বারা গঠিত।	(v) পরমাণু অণুকে গঠন করে।
(vi) অণু বিভাজ্য।	(vi) পরমাণু অবিভাজ্য।
(vii) ইহার সৃষ্টি আছে অর্থাৎ ইহাকে কৃত্রিম উপায়ে বিভিন্ন পরমাণুর মিলন দ্বারা ইহা সৃষ্টি করা যায় এবং ইহাকে বিভক্ত করিয়া আমরা নির্দিষ্ট অণুর বিলুপ্তি ঘটাইতে পারি।	(vii) ইহার সৃষ্টি বা বিনাশ নাই।
(viii) একই পদার্থের অণুগুলির ওজন ও ধর্ম এক।	(viii) একই মৌলের পরমাণুগুলির ওজন ও ধর্ম এক।
(ix) অণু পরমাণু অপেক্ষা কম সক্রিয়।	(ix) পরমাণু অণু অপেক্ষা বেশী সক্রিয়।

পরমাণু-বাদ (Atomic Theory) এবং অনু-বাদ (Molecular Theory) :

ভারতীয় ঋষি **কণাদ** সর্বপ্রথম তাঁহার বৈজ্ঞানিক চিন্তাধারা দ্বারা পরমাণুর কল্পণা করেন। তাঁহার মতে পৃথিবীর সর্বপ্রকার বস্তু এই সকল ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কণিকার দ্বারা গঠিত। খৃষ্টপূর্ব পঞ্চম শতাব্দীতে গ্রীক পণ্ডিত **ডিমোক্রিটাস** পরমাণুর কথা চিন্তা করেন। কিন্তু গ্রীক পণ্ডিত **অ্যারিষ্টটল্** পরমাণু কল্পণার বিরুদ্ধাচরণ করেন। ফলে, এ সম্বন্ধে গবেষণা বহু শত বৎসর পিছাইয়া যায়। পরবর্তী যুগে **নিউটন ও রবার্টবয়েল** এই কল্পণার পুনরুজ্জীবন করেন ; এবং অবশেষে **ব্রিটিশ বিজ্ঞানী ডালটন 1808 খৃষ্টাব্দে তাঁহার পরমাণু-বাদ পৃথিবীকে উপহার দেন।** তখন হইতে পরমাণু-বাদ বিজ্ঞানের একটি মূল্যবান সম্পদ হইয়া আছে। ডালটনের পরমাণু-বাদ বহু জটিল ও দুর্বোধ্য জিনিষকে সহজবোধ্য করিয়া দিয়াছে।

ডালটন জানিতেন না যে পরমাণু মুক্ত অবস্থায় থাকে না। মুক্ত অবস্থায় যাহা থাকে, তাহা কি ? ইহা বিজ্ঞানীগণ যতদিন না জানিতে পারিলেন, ততদিন ডালটনের পরমাণু-বাদ পূর্ণাঙ্গ হইতে পারিল না।

অবশেষে এক অখ্যাতনামা ইটালীয় বৈজ্ঞানিক, **অ্যাভোগ্যাড্রো** ডালটন-বাদের অসম্পূর্ণতা দূর করিলেন। তিনি বলিলেন যে মুক্ত অবস্থায় যাহা থাকে তাহা পরমাণু নহে, অণু। অখ্যাতনামা এই বৈজ্ঞানিকের কথা প্রথমে গ্রাহ্য করা হয় নাই। পরে তাঁহারই এক শিষ্যের প্রচেষ্টায় বিজ্ঞানীগণ কর্তৃক তাঁহার অণু-বাদ গৃহীত হয়।

অণু ও পরমাণুর আয়তন এবং ওজন : কনাদ, ডিমোক্রিটাস্ এবং ডালটনের কল্পণা—পরমাণুর অস্তিত্ব বর্তমানে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে প্রমাণিত হইয়াছে। সুতরাং ইহা আজ কেবল কল্পণার বস্তু নহে। বৈজ্ঞানিক উপায়ে অণু ও পরমাণুর আয়তন ও ওজন নির্ণয় করা সম্ভবপর হইয়াছে। উন্নত বৈজ্ঞানিক পন্থায় অণুর ফটোগ্রাফ পর্য্যন্ত গৃহীত হইতেছে।

অণু ও পরমাণু কল্পণাতীত ভাবে ক্ষুদ্র। প্রমাণ অবস্থায় (at N.T.P.) 2 গ্রাম হাইড্রোজেন, 32 গ্রাম অক্সিজেন বা 71 গ্রাম ক্লোরিণ গ্যাসে অণুর সংখ্যা হইল 6.06×10^{23}টি (Avogadro's Number)। ইহাতে সহজেই বোঝা যায় যে অণুর আয়তন কত ক্ষুদ্র। সেই হিসাবে অণুর ওজনও অতি অল্প। একটি

হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন 16×10^{-25} গ্রাম অর্থাৎ $\frac{16}{10^{25}}$ গ্রাম। অতএব হাইড্রোজেন অণুর ওজন ইহার দুই গুণ মাত্র। ইউরেনিয়াম-অণুর ওজন 39×10^{-24} গ্রাম। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে হাইড্রোজেনই (সর্বাপেক্ষা লঘু) হউক বা ইউরেনিয়াম হউক, উহাদের অণু বা পরমাণুর আয়তন বা ওজন নেহাৎই সামান্য।

পারমাণবিক ওজন (Atomic weight) ঃ

পূর্বে দেখিয়াছি একটি পরমাণুর আয়তন ও ওজন কত কম হইতে পারে। গ্রামে বা ছটাকে যদি ইহার ওজন প্রকাশ করা যায়, তবে উহা মনে রাখা বা ঐ সংক্রান্ত বিবিধ গণনা কার্য অসম্ভব হইয়া পড়িবে।

হাইড্রোজেন সর্বাপেক্ষা লঘু মৌলিক পদার্থ। সেই কারণে হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর যাহা ওজন—তাহাকে 1 (একক) ধরা হয়। বলা হয়—**হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন এক।**

অন্যান্য মৌলের পারমাণবিক ওজন বলিতে যাহা বুঝা যায়, তাহা হইল ঐ সকল মৌলের একটি পরমাণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা কত গুণ বেশী ভারী।

$$\text{অর্থাৎ মৌলের পারমাণবিক ওজন} = \frac{\text{মৌলের 1টি পরমাণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 1টি পরমাণুর ওজন}}$$

এই হিসাবে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ক্লোরিন, কার্বন, সালফার, লৌহ, ক্যালসিয়াম প্রভৃতির পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে 16, 14, 35·5, 12, 32, 56, 40।

পারমাণবিক ওজনের কোন একক (unit) নাই। ইহা একটি তুলনামূলক সংখ্যা মাত্র।

আণবিক ওজন (Molecular weight) ঃ

পূর্বে বলা হইয়াছে যে অণু পরমাণু দ্বারাই গঠিত হইয়াছে। পৃথিবীতে 92টি মৌলের পারমাণবিক ওজন আমরা পূর্বেই বাহির করিয়া লইয়াছি। অর্থাৎ প্রতিটি মৌলের পারমাণবিক ওজন আমাদের জানা আছে।

কোন পদার্থের অণুতে যে কয়টি পরমাণু আছে, তাহাদের পারমাণবিক ওজনের সমষ্টিকে ঐ পদার্থের আণবিক ওজন বলা হয়।

অর্থাৎ, আণবিক ওজন = $\frac{\text{পদার্থের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}}$

= পদার্থের একটি অণুর সমস্ত পরমাণুর ওজনের সমষ্টি।

উদাহরণ:

(১) জলের একটি অণুতে 2টি হাইড্রোজেন এবং 1টি অক্সিজেন পরমাণু আছে। সুতরাং জলের আণবিক ওজন = 2টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন + 1টি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন।

$$= 2 + 16$$

$$18$$

(২) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের 1টি অণুতে একটি হাইড্রোজেন ও 1টি ক্লোরিন পরমাণু আছে।

∴ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের আণবিক ওজন

= 1টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন + 1টি ক্লোরিন পরমাণুর ওজন।

$1 + 35.5$

$= 36.5.$

(৩) সালফিউরিক অ্যাসিডে 2টি হাইড্রোজেন, একটি সালফার ও 4টি অক্সিজেন পরমাণু আছে।

∴ উহার আণবিক ওজন

= 2টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন + 1টি সালফার পরমাণুর ওজন + 4টি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন।

$= 2 + 32 + 4 \times 16$

$= 2 + 32 + 64$

$= 98$

(৪) কস্টিক সোডার একটি অণুতে 1টি সোডিয়াম, 1টি অক্সিজেন ও 1টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে।

∴ উহার আণবিক ওজন

= 1টি সোডিয়াম পরমাণুর ওজন + 1টি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন + 1টি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন।

$23 + 16 + 1$

$= 40.$

(৫) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের 1টি অণুতে 2টি নাইট্রোজেন, 4টি হাইড্রোজেন ও টি অক্সিজেন পরমাণু আছে।

∴ উহার আণবিক ওজন

=2টি নাইট্রোজেন পরমাণুর ওজন+4টি হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজন+ টি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন।

$=2\times14+4+3\times16$

$=28+4+48$

$=80.$

এইরূপে বিভিন্ন পদার্থের আণবিক ওজন বাহির করা সম্ভবপর, যদি অবশ্য ইহাদের আণবিক সংকেত (molecular formula) এবং বিভিন্ন মৌলের পারমাণবিক ওজন আমাদের জানা থাকে।

(৬) তুঁতের স্ফটিকে ($CuSO_4, 5H_2O$) 1 পরমাণু কপার (Cu), 1 পরমাণু সালফার, 4 পরমাণু অক্সিজেন এবং 5 অণু স্ফটিক-জল আছে।

∴ উহার আণবিক ওজন = 1 পরমাণু Cu-এর ওজন

=1 পরমাণু সালফারের ওজন+4 পরমাণু অক্সিজেনের ওজন +5 অণু জলের ওজন।

$=63\ +32+4\times16+5\times18$

$=63 + 32+64+90$

$=249{\cdot}5.$

[এখানে ওজন বলিতে পাঃ ওজন বা আঃ ওজন বলা হইয়াছে।]

কয়েকটি মৌলের পারমাণবিক ওজন :

মৌলের প্রতীক			পাঃ ওঃ
H	...	...	1
He	...	...	4
C	...	...	12
N	...	...	14
O	...	...	
F	...	...	19
Na	...	...	23
Mg	...	...	24·5
Al	...	...	27
Si	...	...	28

P	...	...	31
S	...	...	32
Cl	...	...	35·5
K	...	...	39·1
Ca	...	...	40
Fe	...	...	55·85
Cu	...	...	63·5
Zn	...	...	65·4
Br	...	...	80
Ag	...	...	107·9
I	...	...	126·9
Pt	...	...	195·2
Hg	...	...	200·6
U	...	...	238.

যোজ্যতা (Valency) ঃ আমরা দেখিয়াছি যে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের একটি অণুতে 1টি হাইড্রোজেন এবং 1টি ক্লোরিন পরমাণু আছে।

জলের একটি অণুতে 2টি হাইড্রোজেন এবং 1টি অক্সিজেন পরমাণু আছে। হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বা জল যে কোন স্থান হইতেই লইয়া আসা হউক কেন উহাদের অণু-গঠন একরূপ হইবেই। অ্যামোনিয়ার একটি অণুতে 1টি নাইট্রোজেন এবং 3টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। আবার মিথেন বা মার্স গ্যাসের একটি অণুতে 1টি কার্বন এবং 4টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে।

উপরের পদার্থগুলির অণু-গঠনে কোথাও ইহাব ব্যতিক্রম নাই। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে 1টি হাইড্রোজেন ও 2টি ক্লোরিন পরমাণু কোন সময়েই হইবে না। জলে তেমন 3টি হাইড্রোজেন ও 1টি অক্সিজেন পরমাণু হইবে না। এইরূপে যে কোন যৌগেই নির্দিষ্ট সংখ্যার হারে পরমাণু-মিলনের কোন ব্যতিক্রমই ঘটিবে না। কিন্তু কেন এইরূপ হয়? কি সেই আকর্ষণী-শক্তি, যাহার ফলে 1টি অক্সিজেন পরমাণু 2টির অধিক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইতে পারে না? 1টি ক্লোরিন পরমাণু 1টির অধিক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত মিলিত হইতে পারে না? কার্বন ডাই-অক্সাইডে (CO_2) কেনই বা 1টি কার্বন পরমাণু 2টির বেশী অক্সিজেন পরমাণুর সহিত মিলিত হইতে পারিবে না? ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে (MgO) কেনই বা আমরা সর্ব্বদাই 1টি ম্যাগনেসিয়াম পরমাণুর সহিত 1টি মাত্র অক্সিজেন পরমাণুকে যুক্ত দেখি?

বিজ্ঞানীগণের দৃষ্টি এই দিকে আকৃষ্ট হওয়ায় তাঁহারা রসায়নের এক চমকপ্রদ তথ্য আবিষ্কার করিয়াছেন। তাঁহারা বিভিন্ন মৌলের যোজন-ক্ষমতা বা যোজ্যতা (Valency) নির্দিষ্ট করিয়াছেন।

যোজ্যতা :

কোন মৌলের যোজ্যতা বলিতে অন্যান্য মৌলের সহিত উহার যুক্ত হইবার ক্ষমতাকে বুঝায়।

যোজ্যতার পরিমাপ : বিভিন্ন মৌলের যৌগ বিশ্লেষণ করিয়া দেখা গিয়াছে যে হাইড্রোজেনের যোজন-ক্ষমতা বা যোজ্যতা সর্বাপেক্ষা কম। এই কারণে ইহার যোজ্যতাকে আমরা একক ধরিয়া লইয়াছি। যে সমস্ত মৌলের একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের কেবল 1টি পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে তাহাদের যোজ্যতাকে এক ধবা হয়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl), হাইড্রোজেন ব্রোমাইড (HBr), হাইড্রোজেন আইওডাইড (HI) বা হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডে (HF) দেখা যায় যে 1টি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত 1টি ক্লোরিণ, ব্রোমিন, আইওডিন বা ফ্লোরিণ পবমাণু যুক্ত হইয়াছে। সুতরাং উহাদের প্রত্যেকের যোজ্যতা হইবে এক। অক্সিজেনের 1টি পরমাণু 2টি হাইড্রোজেন পরমাণুব সহিত যুক্ত হইয়া জল গঠন কবে। সুতরাং অক্সিজেনের যোজ্যতা 2 হইবে। যে সব মৌল হাইড্রোজেনেব সহিত যুক্ত হয় না, অথচ ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইযা যৌগ গঠন কবে, ক্লোরিণের যোজ্যতা এক ধরিয়া লইয়া, উহাদেব যোজ্যতাও নির্ণয় করা হয়।

সোডিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর হাইড্রোজেন অপেক্ষা ক্লোরিণের সহিত যুক্ত হইবার আগ্রহ অধিক। 1টি সোডিয়াম বা পটাসিয়াম পরমাণু 1টি মাত্র ক্লোরিণ পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড বা পটাসিয়াম ক্লোরাইড গঠন করে। সুতরাং সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের যোজ্যতা 1 ধরা হয়।

হাইড্রোজেন বা ক্লোরিণের সহিত যুক্ত না হইয়া যদি কোন মৌলের 1টি পরমাণু কোন যৌগ হইতে 1টি হাইড্রোজেন বা 1টি ক্লোরিণ পরমাণুকে বিযুক্ত বা প্রতিস্থাপিত করে, তবে সেই মৌলের যোজ্যতাও 1 ধরা হয়। উহা 2টি বা 3টি হাইড্রোজেন বা ক্লোরিণ পরমাণু প্রতিস্থাপিত করিলে উহার যোজ্যতা 2 বা 3 হইত। এক অণু সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) হইতে দস্তার 1টি পরমাণু 2টি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করে। সুতরাং দস্তা বা জিংকের যোজ্যতা 2 হইল। অ্যালিউমিনিয়াম 3টি বিযুক্ত করে।

$\therefore$ উহার যোজ্যতা 3 হইবে। সুতরাং কোন মৌলের যোজ্যতা

$$= \frac{\text{যুক্ত বা প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেন বা ক্লোরিণ পরমাণুর সংখ্যা}}{\text{বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণকারী মৌলের পরমাণু-সংখ্যা}}$$

উদাসী (inert) গ্যাসগুলি অন্যান্য মৌলের সহিত যৌগ গঠন করিতে চাহে না। ইহাদের যোজ্যতা শূন্য। এই কারণে উহাদের 'শূন্য যোজী মৌল' বলা যাইতে পারে।

কয়েকটি মৌলের যোজ্যতা

মৌলের নাম	যোজ্যতা
(i) হাইড্রোজেন (H), ফ্লোরিণ (F), ক্লোরিণ (Cl), ব্রোমিণ (Br), আইওডিন(I), পটাসিয়াম (K), সোডিয়াম (Na), লিথিয়াম (Li), রুবিডিয়াম (Rb), সিজিয়াম (Cs), সিলভার (Ag), কিউপ্রাস্ [Cu(ous)], মারকুরাস্ [Hg(ous)], অরাস [Au(ous)] ইত্যাদি।	এক
(ii) অক্সিজেন (O), সালফাইড (S), ফেরাস [Fe(ous)], স্ট্যানাস্ [Sn(ous)], কিউপ্রিক [Cu(ic)], ক্যালসিয়াম (Ca), বেরিয়াম (Ba), ষ্ট্রনসিয়াম (Sr), ম্যাগনেসিয়াম (Mg), ম্যাঙ্গানাস্ [Mn(ous)], প্লাম্বাস্ (Pb(ous)], জিংক (Zn) ইত্যাদি।	দুই
(iii) নাইট্রোজেন (N), অ্যালুমিনিয়াম (Al), বোরণ (B), অরিক [Au(ic)] ক্রোমিয়াম (Cr), ফেরিক [Fe(ic)], ফসফোরাস (P), আর্সেনাস [As(ous)], অ্যান্টিমনি (Sb) ইত্যাদি।	তিন
(iv) কার্বন (C), সিলিকন (Si), সালফার-(S), স্ট্যানিক [Sn(ic)], ম্যাঙ্গানীজ (Mn), প্লাটিনাম (Pt), প্লাম্বিক [Pb(ic)], ইত্যাদি।	চার
(v) নাইট্রোজেন (N), ফসফোরাস (P), আর্সেনিক (As), অ্যান্টিমনি (Sb) ইত্যাদি।	পাঁচ
(vi) সালফার (S), ম্যাঙ্গানীজ (Mn), ক্রোমিয়াম (Cr), সেলেনিয়াম (Se), টেলুরিয়াম (Te) ইত্যাদি।	ছয়
(vii) ম্যাঙ্গানীজ (Mn), ক্লোরিণ (Cl), ব্রোমিণ (Br), আইওডিন।	সাত
(viii) অসমিয়াম (Os)	আট
(ix) উদাসী গ্যাসগুলি যথা, হিলিয়াম (He), ক্রিপটন (Kr), জেনন (Xe), নিওন (Ne) ইত্যাদি	শূন্য

পরিবর্তনীয় যোজ্যতা (Variable valency) : একই মৌলিক পদার্থ কখনও কখনও একাধিক যোজ্যতা দেখাইয়া থাকে। যে সব মৌলিক পদার্থের মধ্যে এইরূপ পরিবর্তনশীল যোজ্যতার সাক্ষাৎ পাওয়া তাহাদের মধ্যে নিম্নোক্ত মৌলগুলি উল্লেখযোগ্য। [কম যোজ্যতা হইলে উহার লবণকে সাধারণতঃ আস্ (ous) ও বেশী হইলে ইক্ (ic) বলা হয়]

মৌলিক পদার্থের নাম	বিভিন্ন যোজ্যতা
কপার (আস্ ও ইক্)	এক ও দুই
মারকারি („)	এক ও দুই
আয়রণ („)	দুই ও তিন
টিন („)	দুই ও চার
সালফার („)	দুই, চার ও ছয়
ফস্‌ফরাস („)	তিন ও পাঁচ

ইত্যাদি।

যৌগমূলক (Radicals) : অনেক সময় দেখা যায় একাধিক মৌলিক পদার্থের কয়েকটি পরমাণু পরস্পবের সহিত এক বিশেষ ধরণেব জোটবদ্ধ অবস্থায় থাকিতে পারে; এবং বিভিন্ন বাসায়নিক বিক্রিয়ায় এই সংঘবদ্ধ পরমাণু-জোট মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুর মত ব্যবহার করে। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের এইরূপ দলবদ্ধ পরমাণু-জোটকে যৌগমূলক বা র‍্যাডিকাল্ বলা হয়। এইরূপ যৌগমূলকগুলিরও নির্দিষ্ট যোজ্যতা আছে। যথা :

মূলকের নাম	সংকেত	যোজ্যতা
হাইড্রক্সিল	$—OH$	এক
সায়ানাইড	$—CN$	এক
অ্যামোনিয়াম	$NH_4—$	এক
নাইট্রেট	$—NO_3$	এক
বাই-কার্বনেট	$—HCO_3$	এক
বাই-সালফেট	$—HSO_4$	এক
সালফেট	$—SO_4$	দুই
কার্বনেট	$—CO_3$	দুই
ফসফেট	$—PO_4$	তিন

মূলকের নাম	সংকেত	যোজ্যতা
বোরেট	$-BO_3$	তিন
ক্রোমেট	$-CrO_4$	দুই
ডাই-ক্রোমেট	$-Cr_2O_7$	দুই
পারম্যাঙ্গানেট	$-MnO_4$	এক

যোজ্যতার প্রয়োজনীয়তা—আণবিক সংকেত :

যৌগের অণুগঠন বৈচিত্র্য—উপাদানগুলির যোজ্যতা জানা থাকিলে সহজ-বোধ্য হয়। কোন যৌগের অণুগঠনরূপের প্রকাশকেই উহার আণবিক সংকেত বলা হইয়া থাকে।

সাধারণভাবে বলা যাইতে পাবে যে, যৌগ গঠনে যে মৌলিক পদার্থগুলি যুক্ত আছে যৌগটির মধ্যে তাহাদেব পারস্পবিক যোজ্যতা সমান হইবে। অর্থাৎ এমনভাবে আমাদেব যৌগটিব সংকেত লিখিতে হইবে যাহাতে মৌল-গুলির যোজ্যতা পরস্পর সমান হয়। যেমন, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড। আমরা জানি যে ক্যালসিয়ামের যোজ্যতা=2 এবং ক্লোরাইড অথবা ক্লোরিণের যোজ্যতা=1. তাহারা পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড যৌগটি উৎপন্ন করিয়াছে। উহার আণবিক সংকেত=$CaCl_2$, কারণ একমাত্র এই সংকেতের সাহায্যে Ca(2) এবং Cl(1) এর যোজ্যতা পরস্পর সমান হইয়াছে। যদি A এবং B দুইটি মৌলিক পদার্থ পরস্পর যুক্ত হইয়া কোন যৌগ গঠন করে এবং A-এর যোজ্যতা যদি 3 এবং B-র যোজ্যতা 2 হয় তবে যে যৌগটি উৎপন্ন হইল তাহার আণবিক সংকেত হইবে A_2B_3 ; কারণ, একমাত্র A_2B_3 সংকেতটির মধ্যেই পরস্পরের যোজ্যতা সমান হইয়াছে। তাহা হইলে, **২টি মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত যৌগিক পদার্থের সংকেত লিখিবার একটি সাধারণ নিয়ম আমরা জানিলাম।**

যে মৌলটি (A) অন্য মৌলের (B) সঙ্গে যুক্ত হইতেছে তাহার (A'র) যোজ্যতা নির্দেশক সংখ্যাটি অন্য মৌলের (B) গায়ে দক্ষিণ পার্শ্বের নীচে লিখিতে হইবে এবংমৌল B'র যোজ্যতা নির্দেশক সংখ্যাটি মৌল A'র গায়ে অনুরূপভাবে লিখিতে হইবে। তাহা হইলেই তাহাদের পরস্পরের যোজ্যতা সমান হইবে।

উদাহরণ :

মৌল	যোজ্যতা	সংকেত
Na Cl	1 1	NaCl
Ca Cl	2 1	$CaCl_2$
Al P	3 3	AlP
Ca N	2 3	Ca_3N_2
Fe(ous) S	2 2	FeS
C O	4 2	$C_2O_4 = CO_2$
Al O	3 2	Al_2O_3

এখন যদি যৌগ গঠনে দুইটির অধিক মৌলিক পদার্থ জড়িত থাকে, যেমন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH)—তাহা হইলে দেখিতে হইবে উহা কোন radical বা 'যৌগ মূলক' দ্বারা উৎপন্ন যৌগ কিনা। যদি তাহা হয়, তবে যৌগ মূলকটির যোজ্যতা জানা থাকিলে, উপরে বর্ণিত নিয়মের সাহায্যে যৌগটির সংকেত লেখা যায়।

উদাহরণ :

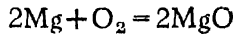
মৌল বা মূলক	যোজ্যতা	যৌগমূলক	যোজ্যতা	সংকেত
Na	1	—OH	1	NaOH
Na	1	$—CO_3$	2	Na_2CO_3
Ca	2	$—CO_3$	2	$CaCO_3$
Ca	2	$—NO_3$	1	$Ca(NO_3)_2$
K	1	$—SO_4$	2	K_2SO_4
K	1	$—PO_4$	3	K_3PO_4
K	1	$—Cr_2O_7$	2	$K_2Cr_2O_7$
K	1	$—MnO_4$	1	$KMnO_4$
Al	3	$—BO_3$	3	$AlBO_3$
$—SO_4$	2	$NH_4—$	1	$(NH_4)_2 SO_4$
$NH_4—$	1	$—NO_3$	1	NH_4NO_3

এইভাবে মৌল এবং যৌগমূলক বা radical-গুলির যোজ্যতা জানা থাকিলে সহজেই যৌগটির আণবিক সংকেত লেখা যায়।

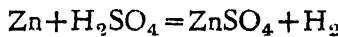
অপর পক্ষে আণবিক সংকেত দেওয়া থাকিলে (1) পদার্থটির নাম ও গঠন-পরিচয় পাওয়া যায় (2) কোন্ মৌলের কয়টি করিয়া পরমাণু লইয়া উহা গঠিত তাহা বুঝা যায় (3) পদার্থটির আণবিক ওজন হিসাব করা যায়, এবং (4) মৌলিক উপাদানগুলির শতকরা অনুপাত হিসাব করা যায়।

রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical Equation): রাসায়নিক পরিবর্তন প্রসঙ্গে আমরা পড়িয়াছি যে এই প্রকার পরিবর্তন সাধনে দুই বা ততোধিক পদার্থের (মৌল বা যৌগ) সংশ্লেষণ অথবা একাধিক মৌল সম্বলিত যৌগের বিশ্লেষণ প্রয়োজন।

Mg-অক্সিজেনের মধ্যে জ্বলিতেছে। ইহাতে বিক্রিয়ারত পদার্থ হইল দুইটি মৌল—Mg এবং অক্সিজেন। এই বিক্রিয়াকে এবং বিক্রিয়ার ফলে রাসায়নিক পরিবর্তনকে রূপ দেওয়া হয় নিম্নলিখিত উপায়ে:

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

বাম দিকের পদার্থগুলি বিক্রিয়ারত পদার্থ এবং দক্ষিণ দিকের MgO হইল বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ।

আবার Zn যদি লঘু H_2SO_4-এ দেওয়া যায় তবে $ZnSO_4$ এবং H_2 উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে নিম্নলিখিতরূপে প্রকাশ করা হয়:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

এক্ষেত্রেও বাম দিকের পদার্থগুলি বিক্রিয়ারত পদার্থ এবং দক্ষিণ দিকের পদার্থগুলি বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থ।

লক্ষ্য করিলে আরও দেখা যাইবে বিক্রিয়ারত পদার্থগুলি ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মধ্যে সমান (=) চিহ্ন দেওয়া হইয়াছে; এবং বিক্রিয়ারত পদার্থের মোট পরমাণু সংখ্যা বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের মোট পরমাণু সংখ্যার সমান।

সেই কারণে রাসায়নিক বিক্রিয়ার এইরূপ প্রকাশকে রাসায়নিক সমীকরণ বলা হয়।

রাসায়নিক সমীকরণ

দুই বা ততোধিক পদার্থের (মৌল বা যৌগ) পরস্পর বিক্রিয়া যে রাসায়নিক পরিবর্তন সাধন করে, তাহা আণবিক সংকেতের সাহায্যে প্রকাশ করার পদ্ধতিকে রাসায়নিক সমীকরণ বলা হয়।

সমীকরণ লিখিবার নিয়ম :

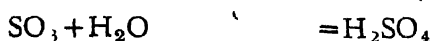
(1) বাম দিকে বিক্রিয়ারত পদার্থগুলিকে লিখিতে হইবে।

(2) দক্ষিণ দিকে বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলিকে লিখিতে হইবে।

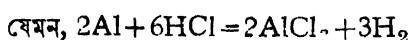
(3) বিক্রিয়ারত ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলিব মধ্যে = চিহ্ন দিতে হইবে।

(4) মৌল ও যৌগের সংকেত সর্ব্বদাই অণুরূপে প্রকাশ করিতে হইবে। [যেমন, $2Mg+O_2=2MgO$। এখানে $Mg+O=MgO$ লিখিলে ভুল হইবে, কেননা অক্সিজেনকে পরমাণুরূপে প্রকাশ করা হইবে না।]

(5) বিক্রিযারত পদার্থগুলিব মধ্যে বিভিন্ন মৌলের পরমাণু সংখ্যা ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির মধ্যে বিভিন্ন মৌলেব পবমাণু সংখ্যা সমান হইবে।

$SO_3+H_2O = H_2SO_4$

($S=1, O=3+1=4$, এবং $H=2$) ($S=1, O=4$ এবং $H=2$)

(6) বিক্রিয়ারত বা বিক্রিযালব্ধ পদাথেব অণুব সংখ্যা যদি একাধিক হয, তবে সেই সংখ্যা উহার আণবিক সংকেতের পূর্বে সহগ হিসাবে লিখিতে হইবে।

যেমন, $2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2$

উপরের উদাহবণেব অর্থ এই যে Al এব 2টি অনু (এক পবমাণুক) এবং এবং HCl এব 6টি অণু বিক্রিযা কবিযা 2টি $AlCl_3$ অণু এবং 3টি H_2 অণু সৃষ্টি কবে। এখানে হাইড্রোজেনকে অণুরূপে প্রকাশ করা হইযাছে।

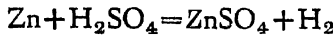
রাসায়নিক সমীকরণের উদাহরণ

S	+	O_2	=	SO_2
গন্ধক		অক্সিজেন		সালফার ডাই-অক্সাইড
$2C$	+	O_2	=	$2CO$
কার্বন		অক্সিজেন		কার্বন-মনোক্সাইড
C	+	O_2	=	CO_2
কার্বন		অক্সিজেন		কার্বন ডাই-অক্সাইড
SO_2	+	H_2O	=	H_2SO_3
সালফার ডাই-অক্সাইড		জল		সালফিউরাস অ্যাসিড
CO_2	+	H_2O	=	H_2CO_3
কার্বন ডাই-অক্সাইড		জল		কার্বনিক অ্যাসিড

3Fe	+	$2O_2$	=	Fe_3O_4		
লৌহ		অক্সিজেন		ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড		
4Fe	+	$3O_2$	=	$2Fe_2O_3$		
লৌহ		অক্সিজেন		ফেরিক অক্সাইড		
2Fe	+	O_2	=	2FeO		
লৌহ		অক্সিজেন		ফেরাস অক্সাইড		
3Fe	+	$4H_2O$	=	Fe_3O_4	+	$4H_2$
লৌহ		জলীয় বাষ্প		ফেরেসো-ফেরিক অক্সাইড		হাইড্রোজেন
2Na	+	$2H_2O$	=	2NaOH	+	H_2
সোডিয়াম		জল		কষ্টিক সোডা		হাইড্রোজেন
Zn	+	H_2SO_4	=	$ZnSO_4$	+	H_2
জিঙ্ক		সালফিউরিক অ্যাসিড		জিঙ্ক সালফেট		হাইড্রোজেন
$2KClO_3$			=	2KCl	+	$3O_2$
পটাসিয়াম ক্লোরেট				পটাসিয়াম ক্লোরাইড		অক্সিজেন
NH_4NO_2			=	N_2	+	$2H_2O$
অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট				নাইট্রোজেন		জল
H_2	+	CuO	=	Cu	+	H_2O
হাইড্রোজেন		কপার অক্সাইড		কপার		জল

রাসায়নিক সমীকরণের তাৎপর্য :

একটি উদাহরণ লইলেই রাসায়নিক সমীকরণের তাৎপর্য্য বুঝা যাইবে।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

ইহা হইতে বুঝা যায় যে,

(i) Zn এবং H_2SO_4 রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়া $ZnSO_4$ ও H_2 তৈয়ারী করে।

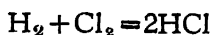
(ii) এক অণু Zn (এক-পরমাণুক) এবং এক অণু H_2SO_4 বিক্রিয়া করিয়া এক অণু $ZnSO_4$ এবং এক অণু H_2 দেয়।

(iii) ওজন হিসাবে 65·4 ভাগ Zn (Zn এর পারমাণবিক গুরুত্ব 65·4) ও 98 ভাগ H_2SO_4 (H_2SO_4 এর আণবিক ওজন 98) পরস্পর বিক্রিয়া করিয়া 161·4 ভাগ $ZnSO_4$ এবং 2 ভাগ হাইড্রোজেন দেয়।

(iv) বিক্রিয়ারত Zn ও H_2SO_4 এর ওজন=বিক্রিয়ালব্ধ $ZnSO_4$ ও H_2 এর ওজন। $(65\cdot4+98=161\cdot4+2)$

(v) বিক্রিয়ারত পদার্থগুলির পরমাণু সংখ্যা হইল Zn-এর 1, H-এর 2, S-এর 1 এবং O-এর 4; মোট 8। বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির পরমাণু সংখ্যা হইল Zn এর 1, S-এর 1, O-এর 4 এবং H-এর 2; মোট 8 হইবে। উভয়-ক্ষেত্রে পরমাণু সংখ্যা সমান হইবে।

ইহা ছাড়া গ্যাসের ক্ষেত্রে :

$$H_2+Cl_2=2HCl$$

(vi) এক আয়তন H_2 এবং এক আয়তন Cl_2 মিলিয়া 2 আয়তন HCl গ্যাস সৃষ্টি করে।

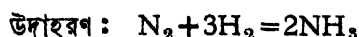
[ইহা গ্যে'লুসাকের গ্যাস-আয়তন সূত্র।]

রাসায়নিক সমীকরণের অসম্পূর্ণতা : রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে অনেক মূল্যবান তথ্য আমরা জানিতে পারি। কিন্তু কতকগুলি তথ্য জানা সম্ভব হয় না। যেমন :—

(i) বিক্রিয়ায় তাপ আবির্ভূত হইল কি তিরোহিত হইল বুঝা যায় না।

উদাহরণ : $N_2+3H_2=2NH_3$ এই বিক্রিয়ায় 24,000 cal. (ক্যালোরি) তাপ আবির্ভূত হইতেছে। $N_2+O_2=2NO$ ইহাতে 43200 cal. তাপ তিরোহিত হয়। কিন্তু সাধারণ সমীকরণ দেখিয়া তাহা বুঝিবার উপায় নাই। সুতরাং বিশেষ ধরণের সমীকরণে $N_2+3H_2=2NH_3+24000$ Cal. এবং $N_2+O_2=2NO-43200$ Cal. লেখা হয়। তাপ আবির্ভূত হইলে + চিহ্ন এবং তাপ তিরোহিত হইলে − চিহ্ন দেওয়া হয়।

(ii) কোন্ সর্তে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে তাহা বুঝা যায় না।

উদাহরণ : $N_2+3H_2=2NH_3$

সাধারণ অবস্থায় এই বিক্রিয়া ঘটে না। N_2 এবং H_2 গ্যাসকে 200 অ্যাটমস্ফিয়ার চাপে এবং অণুঘটকের সাহায্যে 550°C উষ্ণতায় NH_3তে পরিবর্তিত করিতে হয়। কিন্তু সমীকরণ হইতে এই সকল কিছুই জানা যায় না।

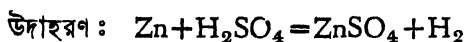
(iii) **বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হইতে কত সময় লাগিবে তাহা জানা যায় না।**

(iv) **বিক্রিয়ারত ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির ভৌত অবস্থা (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) কি, তাহা জানা যায় না।**

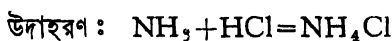
উদাহরণ : $3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$

এখানে H_2O যে জলীয়-বাষ্প তাহা বুঝিবার উপায় নাই।

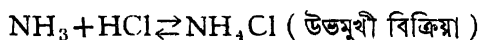
(v) **বিক্রিয়ারত ও বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলির ঘনত্ব বুঝিবার উপায় নাই।**

উদাহরণ : $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

H_2SO_4 যে লঘু লইতে হইবে তাহা সমীকরণ হইতে বুঝা যায় না।

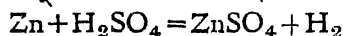
(vi) **বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থগুলি আবার বিক্রিয়ারত পদার্থে পরিণত হইতে পারে কিনা (অর্থাৎ বিক্রিয়া উভমুখী কিনা) তাহা বুঝিবার উপায় নাই।**

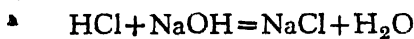
উদাহরণ : $NH_3 + HCl = NH_4Cl$

বিক্রিয়ালব্ধ NH_4Cl আবার NH_3 এবং HCl-এ বিয়োজিত হয়। কিন্তু সাধারণ সমীকরণ দেখিয়া ইহা বুঝিবার উপায় নাই।

এই কারণে এই ধরণের সমীকরণকে নিম্নরূপ $\rightleftarrows$ চিহ্ন সাহায্যে লেখা হয়

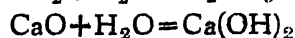
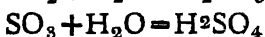
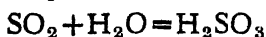
$NH_3 + HCl \rightleftarrows NH_4Cl$ (উভমুখী বিক্রিয়া)

রাসায়নিক বিক্রিয়া সমীকরণ সাহায্যে লিখিবার জন্য প্রয়োজনীয় তথ্যাবলী :

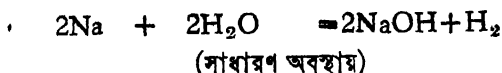
(i) ধাতুর সহিত লঘু অ্যাসিডের বিক্রিয়া হয়। H_2 প্রতিস্থাপিত হয়।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

(ii) অ্যাসিডের সহিত ক্ষারের বিক্রিয়া ঘটে ; এবং উহাতে লবণ (salt) ও জল উৎপন্ন হয়।

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

অ্যাসিড ক্ষার লবণ জল

(iii) অজল (Anhydride) পদার্থের সহিত জলের মিলন ঘটে।

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$
$$SO_3 + H_2O = H^2SO_4$$
$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$
$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

(iv) কতকগুলি ধাতু জলের সহিত বিভিন্নাবস্থায় বিক্রিয়া করে। এই প্রসঙ্গে পূর্ববর্তী পরিচ্ছেদে (জল) লেখা হইয়াছে।

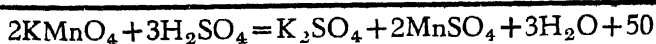
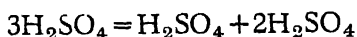
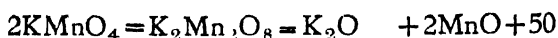
$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$
(সাধারণ অবস্থায়)

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$
(উত্তপ্ত লৌহচূর্ণ) (জলীয়-বাষ্প)

(v) জারণ ও বিজারণ প্রক্রিয়া :

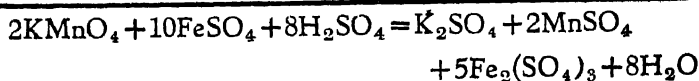
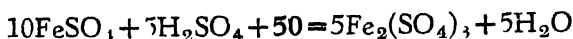
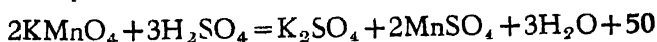
জারক দ্রব্য অন্য পদার্থকে জারিত করে, এবং বিজারক দ্রব্য অন্য পদার্থকে বিজারিত করে।

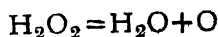
(ক) অম্ল (অ্যাসিড) যুক্ত দ্রবণে $KMnO_4$ উত্তম জারক। নিম্নলিখিত ভাবে $KMnO_4$ হইতে অক্সিজেন নির্গত হইয়া জারণ ক্রিয়া ঘটায়।

$$2KMnO_4 = K_2Mn_2O_8 = K_2O + 2MnO + 5O$$
$$3H_2SO_4 = H_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$

অর্থাৎ, $KMnO_4$-এর 2টি অণু H_2SO_4-এর উপস্থিতিতে 5টি অক্সিজেন পরমাণু ত্যাগ করে, যাহা অন্য পদার্থকে জারিত করে। এইবার দেখা যাক যে $FeSO_4$-কে কিভাবে উহা জারিত করে।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$
$$10FeSO_4 + 5H_2SO_4 + 5O = 5Fe_2(SO_4)_3 + 5H_2O$$

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

(খ) H_2O_2 জারক। ইহা H_2O এবং O-এ বিশ্লিষ্ট হয় এবং ঐ অক্সিজেন অন্য দ্রব্যকে জারিত করে।

$$H_2O_2 = H_2O + O$$

(গ) বিজারক দ্রব্যাদি যথা, জায়মান হাইড্রোজেন, $SnCl_2$, SO_2, CO ইত্যাদি অন্য-পদার্থকে উচ্চতর অক্সাইড বা হ্যালাইড হইতে নিম্নতর অক্সাইড বা হ্যালাইডে বিজারিত করে।

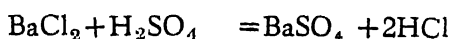
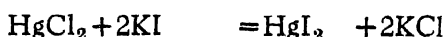
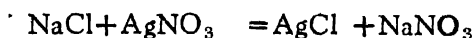
$$FeCl_3 + H = FeCl_2 + HCl$$
(জায়মান)

(vi) হ্যালোজেন গোষ্ঠীকে F, Cl, Br ও I হিসাবে সাজাইয়া লইলে দেখা যায়—I অপেক্ষা Br-এর, Br অপেক্ষা Cl-এর এবং Cl অপেক্ষা F-এর সক্রিয়তা বেশী।

সুতরাং আইওডাইড হইতে 'X' (Br, Cl বা F) আইওডিনকে বিতাড়িত বা প্রতিস্থাপিত করিয়া নিজে উহার স্থান দখল করে। ব্রোমাইড হইতে 'X' (Cl বা F) Br-কে বিতাড়িত করিয়া নিজে উহার স্থান দখল করিবে।

আবার ক্লোরাইড হইতে F, Cl-কে বিতাড়িত করিয়া নিজে উহার স্থান দখল করিবে।

(vii) অনেক ক্ষেত্রে নিম্নরূপ বিপরিবর্ত (Double decomposition) বিক্রিয়া ঘটে। দুইটি যৌগের বিক্রিয়ায় ইহা সাধারণতঃ হইয়া থাকে।

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$$
$$HgCl_2 + 2KI = HgI_2 + 2KCl$$
$$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HCl$$

Questions to be discussed

1. Explain the terms 'oxidation and reduction.' Give definitions and illustrations.

2. (a) How does oxygen and chlorine oxidise substances? Give equations.

(b) How does hydrogen reduce some substances? Give illustrations with equations.

3. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

The above equation states that Zinc has been oxidised and H_2SO_4 has been reduced. Justify. Hence prove that oxidation and reduction take place simultaneously.

4. Name some oxidising and reducing agents. Discuss their oxidising and reducing actions with equations wherever necessary.

5. Prove in general that oxidation and reduction take place simultaneously taking for granted that nothing is lost or created in a chemical action. Give two illustrations to confirm your statement.

6. (i) $Zn \rightarrow ZnO$
(ii) $Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3$.
(iii) $Pb \rightarrow PbO \rightarrow PbO_2$.

All the above changes are cases of oxidation. Calculate the change of valency of the electropositive metal after oxidation. Hence draw a relationship between valency of electro-positive element and oxidation.

Give illustrations to show that reduction is just reverse to the former.

7. What do you understand by the term 'Valency ?' What is the unit of its measurement ?

8. Molecular formula = Symbol + Valency ,
and Equation = Combination of molecular formulae
or Breaking up of a molecular formula

Discuss.

9. Calculate the valency of SO_4'', CO_3'', S'', NH_4^+, NO_3', PO_4''' radicals from the valences of their constituent elements.

10. Calculate the valences of Fe in $K_3Fe(CN)_6$, Cr in $K_2Cr_2O_7$, S in H_2SO_4, P in Na_2HPO_4 and As in H_3AsO_3.

11. Write the Chemical formulae of oxides, chlorides, phosphates, arsenates, nitrates, acetates, chlorates, sulphates and bicarbonates, of Na, NH_4, Ca, Cu(ous), Sn(ic), Fe(ous) and Hg(ic) radicals.

12. What is 'formula' ?
The molecular formula of a compound is $C_{12}H_{22}O_{11}$ interpret it

13. "Symbols are the alphabets, formulæ the words and equations are the sentences in Chemistry"—Discuss.

14 (*a*) Give the formulae of the following compounds :
Water, blue-vitriol, green vitriol, alum, Zinc blende, galena, Cinnabar, iron pyrites, copper pyrites, haematite, magnetite, phosphorite, pyrolusite, cane sugar, glucose, marsh gas, olifiant gas, laughing gas, caustic soda, washing soda, quick lime bleaching powder and sulphuric acid.

(*b*) Name the following compounds :

H_2SO_4, HCl, HNO_3, SO_2, SO_3, NO_2, CO_2, P_2O_3, P_2O_5 FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4, NCl_3, PCl_3, PCl_5, $NaOH$, KOH, $Ca(OH)_2$, NH_4OH, $NaCl$, $MgCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, $CaCO_3$ and $NaNO_3$

15. Classify the following substances into element, compound and mixture :—

Sugar, air, diamond, blue vitriol, water, gold, sulphuric acid, gun-powder, slaked lime, an aquous solution of nitre, coke, rhombic sulphur, graphite, paper, aluminium powder and laughing gas.

16. Write what do you understand by the terms :
atom, molecule, symbol and formula. [H.S.—1960]

17. Differentiate metals from non-metals. State exceptions, if any.

18. (*a*) What do you understand by 'atomic wt.' and 'molecular wt. ?

What is meant, when it is said that atomic weight of uranium is 238 ?

(*b*) What is meant when it is said that molecular weight of chlorine is 71 ?

(*c*) What do you mean by gm.-atomic and gm.-molecular weight ?

(*d*) What is the difierence between 'atomic weight' and 'weight of an atom' ?

(*e*) Why has the mass of one atom of hydrogen been selected as the primary unit, while we speak of atomic weights ? What would be the difference, if oxygen were chosen as the standard ?

19. Calculate the molecular weight of the following compounds, the at. wts. of the constituent elements being given.

H_2SO_4 ; $Ca(OH)_2$; $Mg_3(PO_4)_2$, [$FeSO_4(NH_4)_2SO_4$, $6H_2O$], $Cu(NH_3)_4SO_4$; [$CaCl_2$, $6H_2O$], [$MgCl_2$, KCl, $6H_2O$) and $CuFeS_2$ [H=1, S=32, O=16, Ca=40, Mg=24, P=31, Fe=56, N=14, Cu=63·5, Cl=35·5, K=39]

20. What is a chemical equation ?

What does a chemical equation indicate ? Illustrate with reference to the equation $N_2+3H_2=2NH_3$. What does not the equation state about the chemical reaction involed ?

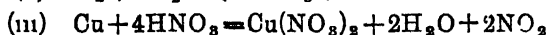
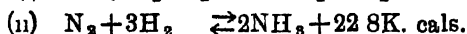
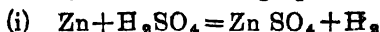
[H. S. 1960]

21. (*a*) What are the limitations of chemical equations ?

(*b*) Interpret the following equations :

(i) $Zn+H_2SO_4=Zn\ SO_4+H_2$

(ii) $N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3+22\ 8K.\ cals.$

(iii) $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$

22. "Symbols, formulae and equations are the basis of Chemistry"—Discuss

23. Balance the following equations :

(i) $Cu+HNO_3=Cu(NO_3)_2+NO+H_2O$

(ii) $HNO_3 = H_2O+NO_2+O_2$.

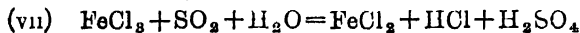
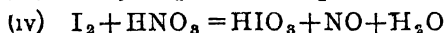
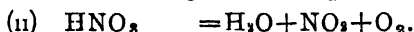
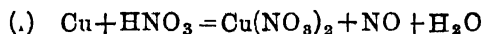
(iii) $NH_3+O_2 = NO+H_2O$.

(iv) $I_2+HNO_3=HIO_3+NO+H_2O$

(v) $NaNO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+HNO_3$.

(vi) $Cl_2+SO_2+H_2O=H_2SO_4+HCl$.

(vii) $FeCl_3+SO_2+H_2O=FeCl_2+HCl+H_2SO_4$

(viii) $NaHCO_3=Na_2CO_3+H_2O+CO_2$.

24. Name different types of reactions Give expamples of each.

১৩

রাসায়নিক গণনা

(Chemical Calculations)

আণবিক-সংকেত হইতে যৌগের উপাদানগুলির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় :

(১) জল : ইহার আণবিক সংকেত H_2O এবং হাইড্রোজেনের ও অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে 1 ও 16। অতএব জলের আণবিক ওজন

$$=2\times1+16=2+16=18$$

18 ভাগ ওজনের জলে 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন আছে।

∴ 1 " " " $\frac{2}{18}$ " " " "

∴ 100 " " " $\frac{2\times100}{18}$ " " "

অর্থাৎ জলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ 11·1 % or $11\frac{1}{9}$ %

∴ " " " 100 % $-$ $11\frac{1}{9}$ % $=88\frac{8}{9}$ % অর্থাৎ 88·8%

(2) পটাসিয়াম ক্লোরেটে ($KClO_3$) উপাদানগুলির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় :—

$$K=39{\cdot}1,\ Cl=35{\cdot}5 \text{ এবং } O=16$$

$KClO_3$-এর আণবিক ওজন $=39{\cdot}1+35{\cdot}5+3\times16$

$$=39{\cdot}1+35{\cdot}5+48$$

$$=122{\cdot}6$$

122·6 ভাগ ওজনের $KClO_3$-এ পটাসিয়াম আছে 39·1 ভাগ

∴ 1 " " " " " $\frac{39{\cdot}1}{122{\cdot}6}$

∴ 100 " " " " " $\frac{39{\cdot}1\times100}{122{\cdot}6}$

$$=31{\cdot}89\%$$

অনুরূপ ভাবে ক্লোরিণ আছে $\frac{35{\cdot}5\times100}{122{\cdot}6}=28{\cdot}95\%$

বাকী অংশ অর্থাৎ $(100-31{\cdot}89-28{\cdot}95)\%=39{\cdot}16\%$ অক্সিজেন আছে।

(3) ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের স্ফটিকে ($MgSO_4, 7H_2O$) Mg-এর অংশ :—

$$Mg = 24{\cdot}3,\ S = 32,\ O = 16,\ H = 1$$

সুতরাং $MgSO_4, 7H_2O$-এর আণবিক ওজন $= 24{\cdot}3 + 32 + 4 \times 16 + 7(2+16) = 246{\cdot}3$

246·3 ভাগ ওজনের $MgSO_4, 7H_2O$-তে Mg আছে 24·3 ভাগ

∴ 100 " " " " " $\dfrac{24{\cdot}3 \times 100}{246{\cdot}3}$

$= 9{\cdot}86\%$

(4) সোডিয়াম কার্বনেটের স্ফটিকে 63% স্ফটিক জল আছে। উহাতে কয় অণু স্ফটিক-জল আছে? [Na = 23, C = 12, O = 16]

অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের আণবিক সংকেত $= Na_2CO_3$।

উহার আণবিক ওজন $= 2 \times 23 + 12 + 3 \times 16 = 106$

স্ফটিকে জলের পরিমাণ 63%।

∴ উহাতে Na_2CO_3-এর পরিমাণ $= (100 - 63)\% = 37\%$

37%-এর ওজন = 106

∴ 1% " " $= \dfrac{106}{37}$

∴ 63% " " $\dfrac{106 \times 63}{37} = 180$ (প্রায়)

জলের 1টি অণুর ওজন = 18

∴ সোডিয়াম কার্বনেটের স্ফটিকে $\dfrac{180}{18} = 10$ অণু স্ফটিকজল আছে।

উপাদানগুলির শতকরা পরিমাণ হইতে যৌগের স্থূল সংকেত (Empircal formula) নির্ণয় :

(1) কোন পদার্থে কার্বন 27·3% এবং অক্সিজেন 72·7% আছে। উহার স্থূল সংকেত নির্ণয় কর। [C = 12, O = 16]

$$\text{পদার্থে } C : O = \frac{\text{C-এর শতকরা পরিমাণ}}{\text{C-এর পারমাণবিক ওজন}} : \frac{\text{O-এর শতকরা পরিমাণ}}{\text{O-এর পারমাণবিক ওজন}}$$

$$= \frac{27{\cdot}3}{12} : \frac{72{\cdot}7}{16}$$

$$= 2{\cdot}27 : 4{\cdot}54$$

$$= \frac{2{\cdot}27}{2{\cdot}27} : \frac{4{\cdot}54}{2{\cdot}27}$$

$$= 1 : 2$$

∴ পদার্থের স্থূল সংকেত হইবে C_nO_{2n} বা CO_2। এস্থলে n যে কোন পূর্ণসংখ্যা হইতে পারে।

(2) কোন যৌগে O = 58·54%, H = 2·44% এবং S = 39·2% আছে। উহার স্থূল সংকেত নির্ণয় কর।

যৌগে উপাদানগুলির পরমাণু সংখ্যার অনুপাত নিম্নরূপ হইবে।

$$O : H : S = \frac{58{\cdot}54}{16} : \frac{2{\cdot}44}{1} : \frac{39{\cdot}2}{32}$$

$$= 3{\cdot}66 : 2{\cdot}44 : 1{\cdot}22$$

$$= 3 : 2 : 1$$ (প্রত্যেকক্ষে 1 22 দ্বারা ভাগ করিয়া)

∴ যৌগটির স্থূল সংকেত = $(O_3H_2S)_n$ বা H_2SO_3 (এস্থলে n যে কোন পূর্ণ সংখ্যা হইতে পারে)

(3) একটি লৌহ-অক্সাইড আকরিকে Fe = 42%, কিন্তু আকরিকটিতে 42% আবর্জনা মিশ্রিত আছে। আকরিকটিতে লৌহের যে অক্সাইড আছে তাহার স্থূল সংকেত নির্ণয় কর। [Fe = 56]

আকরিকে আবর্জনা আছে 42 %।

বাকী (100 − 42) % = 58 % আছে লৌহের অক্সাইড।

58 % লৌহ-অক্সাইডে Fe আছে 42 %

∴ 100% " " " " $\frac{42 \times 100}{58} = 72{\cdot}4$ % প্রায়

বাকী অংশ অর্থাৎ (100 − 72·4) % = 27·6 % অক্সিজেন

∴ লৌহ অক্সাইডে Fe এবং O-এর পরমাণু সংখ্যার অনুপাত নিম্নরূপ :—

$$Fe : O = \frac{72\cdot4}{56} : \frac{27\cdot6}{16}$$

$$= 1\cdot3 : 1\cdot7$$

$$= \frac{1\cdot3}{1\cdot3} : \frac{1\cdot7}{1\cdot3}$$ (প্রত্যেককে 1·3 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$$= 1 : 1\tfrac{1}{3}$$

$$= 1 : \tfrac{4}{3}$$ (3 দ্বারা গুণ করিয়া

$$= 3 : 4$$

সুতরাং লৌহ-অক্সাইডের স্থূল সংকেত = $Fe_{3n}O_4$, বা Fe_3O_4

প্রকৃত আণবিক সংকেত নির্ণয় প্রণালী : স্থূল সংকেতের পরিবর্তে যদি প্রকৃত আণবিক সংকেত বাহির করিতে দেওয়া যায়, তাহা যৌগের উপাদান-গুলির শতকরা পরিমাণ ছাড়াও উহার আণবিক ওজন জানা প্রয়োজন।

উদাহরণ—

(1) কোন যৌগে কার্বন 40 % ; H = 6 67 % এবং বাকীটুকু অক্সিজেন আছে। উহার আণবিক ওজন 180 হইলে, উহার আণবিক সংকেত কি হইবে ?

C = 40%

H = 6·67%

∴ O = (100 − 40 − 6·67)% = 53·33%

যৌগে $C : H : O = \frac{40}{12} : \frac{6\ 67}{1} : \frac{53\cdot33}{16}$

$= 3\ 33 : 6\ 67 : 3\cdot33$

$= 1 : 2 : 1$

উহাব স্থূল সংকেত = $C_nH_{2n}O_n$ বা n (CH_2C)

উহার আণবিক ওজন = 180

অর্থাৎ n(CH_2O) = 180

অর্থাৎ n(12+2+16) = 180

অর্থাৎ n $= \frac{180}{30} = 6$

∴ উহার সংকেত হইবে $C_6H_{12}O_6$

(2) একটি ধাতুর দুইটি অক্সাইডের মধ্যে একটিতে O=27·6 % এবং দ্বিতীয়টিতে O=30 %। প্রথম অক্সাইডের আণবিক সংকেত M_3O_4। দ্বিতীয় অক্সাইডের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [C. U. I. Sc. 1940]

প্রথম অক্সাইডে O=27·6%

$\therefore$ M=(100−27·6)%=72·4 %

ঐ অক্সাইডে 4 পরমাণু O আছে যাহার ওজন=27·6 ভাগ

$\therefore$ „ 1 „ O এর ওজন $= \frac{27·6}{4} = 6·9$ ভাগ

কিন্তু O এর পারমাণবিক ওজন=16

$\therefore$ 6·9 ভাগ=16

অর্থাৎ 1 ভাগ $= \frac{16}{6·9} = 2·32$

$\therefore$ M-এর 72·4 ভাগের ওজন প্রকৃত=72·4×2·32=167·968

কিন্তু M-এর 3টি পরমাণু আছে; এবং উহার ওজন 167·968

$\therefore$ M-এর 1টি পরমাণুর ওজন=167·968÷3=55·989=56 (প্রায়)

দ্বিতীয় অক্সাইডে O=30) %

$\therefore$ M=(100−30%)=70%

সুতরাং উহাতে M : O $= \frac{70}{56} : \frac{30}{16}$

$= 1\frac{1}{4} : 1\frac{7}{8}$

$= \frac{5}{4} : \frac{15}{8}$

=10 : 15 (8 দ্বারা গুণ করিয়া)

=2 : 3 (5 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$\therefore$ ঐ ধাতব অক্সাইডের আণবিক সংকেত=M_2O_3

সমীকরণের সাহায্যে রাসায়নিক গণনা :

(1) 5 গ্রাম অক্সিজেন তৈয়ারী করিতে কত গ্রাম $KClO_3$ প্রয়োজন হইবে? [K=39, Cl=35·5, O=16]

সমীকরণ : $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

$KClO_3$-এর আণবিক ওজন =39+35·5+3×16=122·5

$2KClO_3$ এর ওজন =2×122·5=245

এবং $3O_2$ এর ওজন =3×32=96

অর্থাৎ 96 গ্রাম অক্সিজেন তৈয়ারী করিতে 245 গ্রাম $KClO_3$ লাগে।

$\therefore$ 5 " " " " $\frac{245\times5}{96}$ " "

অর্থাৎ 12·76 গ্রাম $KClO_3$ লাগিবে।

(2) 18 গ্রাম জলীয় বাষ্প দিয়া কত গ্রাম লৌহকে উহার অক্সাইডে পরিণত করা যায়? [Fe=56]

সমীকরণ: $3Fe+4H_2O = Fe_3O_4+4H_2$

জলের আণবিক ওজন $=2+16=18$

4 অণু জলের ওজন $=72$

এবং 3Fe এর ওজন $=3\times56=168$

অর্থাৎ 72 গ্রাম জলীয় বাষ্প দ্বারা 168 গ্রাম লৌহকে উহার অক্সাইডে পরিণত করা যায়।

18 " " " $\frac{168\times18}{72}=42$ গ্রাম লৌহকে অক্সাইডে পরিণত করা যায়।

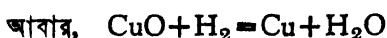
(3) 10 গ্রাম H_2SO_4এ দস্তার ছিবড়া দেওয়া হইল। এই বিক্রিয়ায় যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে তাহা দ্বারা CuOকে বিজারিত করিলে কত গ্রাম কপার পাওয়া যাইবে? [Cu=63·5]

সমীকরণ: $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$

H_2SO_4 এর আণবিক ওজন $=2+32+64=98$

অর্থাৎ 98 গ্রাম H_2SO_4 হইতে 2 গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে।

. 10 " " " $\frac{2\times10}{98}$ " " " "

আবার, $CuO+H_2=Cu+H_2O$

অর্থাৎ 2 গ্রাম হাইড্রোজেন 63·5 গ্রাম কপার দিতে পারে।

. 1 " " $\frac{63·6}{2}$ " " " "

$\therefore$ $\frac{2\times10}{98}$ " " $\frac{63·5\times2\times10}{2\times98}$ " " "

$=6·48$ গ্রাম কপার দিবে

(4) 0·6 গ্রাম খাদ্য-লবণে $AgNO_3$ দ্রবণ দিলে 1·37 গ্রাম AgCl পাই। খাদ্য-লবণে বিশুদ্ধ লবণের শতকরা পরিমাণ কত? [Na=23, Ag =107·8]

সমীকরণ : $NaCl+AgNO_3=AgCl+NaNO_3$

NaCl এর আণবিক ওজন $=23+35\cdot5=58\cdot5$

AgCl এর আণবিক ওজন $=107\cdot8+35\cdot5=143\cdot3$

∴ 143·3 গ্রাম AgCl তৈয়ারীতে 58·5 গ্রাম NaCl থাকা দরকার।

∴ 1 " " " $\frac{58\cdot5}{143\cdot3}$ " " "

∴ 1·37 " " " " $\frac{58\cdot5\times1\cdot37}{143\cdot3}=0\cdot56$ গ্রাঃ NaCl থাকা দরকার।

কিন্তু NaCl আছে মোট 0·6 গ্রাম।

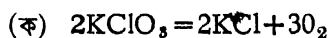
অর্থাৎ লবণে ·6 গ্রামে ·56 গ্রাম বিশুদ্ধ NaCl আছে।

অর্থাৎ NaCl এর 60 গ্রামে 56 গ্রাম বিশুদ্ধ NaCl আছে।

∴ " 100 " $\frac{56\times100}{60}=93\cdot3\%$ বিশুদ্ধ NaCl আছে।

(5) 1 গ্রাম করিয়া (ক) $KClO_3$ (খ) Mg এবং (গ) খড়িমাটি ($CaCO_3$) উত্তপ্ত করিলে প্রতিক্ষেত্রে কতটা ওজনের হ্রাসবৃদ্ধি হইবে?

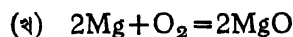
[Mg=24, Ca=40]

(ক) $2KClO_3=2KCl+3O_2$

∴ অক্সিজেন নির্গত হইয়া ওজনের হ্রাস হইবে।

$2KClO_3$ হইতে $3O_2$ নির্গত হইবে।

অর্থাৎ $2(39+35\cdot5+48)=245$ গ্রাম $KClO_3$ হইতে 96 গ্রাম O_2এর ওজন হ্রাস পাইবে।

∴ 1 " " " $\frac{96}{245}=0\cdot39$ গ্রাম ওজন হ্রাস পাইবে।

(খ) $2Mg+O_2=2MgO$

সুতরাং অক্সিজেন যুক্ত হইয়া ওজন বৃদ্ধি পাইবে।

$2\times24=48$ গ্রাম Mg এর ওজন বৃদ্ধি পাইবে 32 গ্রাম।

∴ 1 " " " " " " $\frac{32}{48}=0\cdot66$ গ্রাম।

(গ) খড়িমাটি ($CaCO_3$) উত্তাপে বিশ্লিষ্ট হয়।

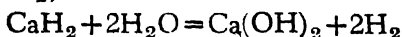
$CaCO_3 = CaO + CO_2$

কার্বনডাই-অক্সাইড নির্গত হইয়া ওজন হ্রাস পাইবে।

$40+12+48=100$ গ্রাম $CaCO_3$ এর ওজন হ্রাস পাইবে $12+32 = 44$ গ্রাম।

∴ 1 „ „ „ „ $\frac{44}{100} = 0.44$ গ্রাম

(6) 16 গ্রাম হাইড্রোজেন তৈয়াবী করিতে কতখানি হাইড্রোলিথ (CaH_2) লাগিবে ?

$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2$

CaH_2 এর আণবিক ওজন $= 40+2 = 42$

4 গ্রাম হাইড্রোজেন তৈয়ারী করিতে 42 গ্রাম হাইড্রোলিথ লাগে।

∴ 1 „ „ „ „ $\frac{42}{4}$ „ „ „

∴ 16 „ „ „ „ $\frac{42 \times 16}{4} = 168$ গ্রাম হাইড্রোলিথ লাগিবে।

(7) 1.5 গ্রাম দাহ্যবস্তু (যাহাতে $C=85\%$, $H=5\%$ এবং $O=10\%$ আছে) CO_2 মুক্ত শুষ্ক বাতাসে সম্পূর্ণভাবে ভস্মীভূত করিয়া উৎপন্ন গ্যাসকে পর পর সাজানো দুইটি U-নলেব মধ্য দিয়া পবিচালনা কবা হইল। প্রথম U-নলে অনার্দ্র $CaCl_2$ এবং দ্বিতীয় U-নলে NaOH আছে। ঐ U-নল দুইটির ওজনের তাবতম্য কত হইবে ?

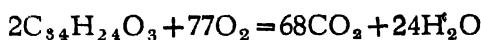
পদার্থে $C : H : O = \frac{85}{12} : \frac{5}{1} : \frac{10}{16}$

$= 34 : 24 : 3$ ($\frac{24}{5}$ দ্বারা গুণ করিয়া)

∴ উহার আণবিক সংকেত $C_{34}H_{24}O$, বা $(C_{34}H_{24}O_3)_n$ হইবে।

আপাততঃ উহার আণবিক সংকেতকে $C_{34}H_{24}O$, ধরা হইল।

উহাকে বাতাসে পুড়াইলে CO_2 এবং H_2O পাওয়া যাইবে।

$$2C_{34}H_{24}O_3 + 77O_2 = 68CO_2 + 24H_2O$$

$2(C_{34}H_{24}O_3)$ পুড়াইয়া অর্থাৎ 960 গ্রাম পদার্থ পুড়াইয়া ($68CO_2$) অর্থাৎ $68 \times 44 = 2992$ গ্রাম CO_2 পাওয়া যাইবে।

∴ 1.5 „ „ „ $\frac{2992 \times 1.5}{960}$

$= 4.675$ গ্রাম CO_2 পাওয়া যাইবে।

সুতরাং $NaOH$ পূর্ণ U-নলে ওজন বৃদ্ধি হইবে 4·675 গ্রাম।

আবার 960 গ্রাম কয়লা পুড়াইয়া জল উৎপন্ন হয় $24 \times 18 = 432$ গ্রাম।

$\therefore$ 1·5 „ „ „ „ „ „ $\frac{432 \times 1 \cdot 5}{960} = 0 \cdot 675$ গ্রাম

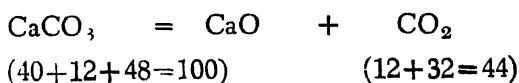
সুতরাং $CaCl_2$ পূর্ণ U-নলে ওজন বৃদ্ধি হইবে 0·675 গ্রাম।

(8) 1·84 গ্রাম ওজনের একটি মিশ্রণে $CaCO_3$ ও $MgCO_3$ আছে। ঐ মিশ্রণে অতিরিক্ত উত্তাপ দেওয়া হইল; এবং যতক্ষণ পর্যন্ত মিশ্রণের ওজন হ্রাস পাইতে লাগিল ততক্ষণ উত্তাপ দেওয়া হইতে লাগিল। অবশিষ্ট শেষ পর্যন্ত রহিল 0·96 গ্রাম। মিশ্রণে $CaCO_3$ এবং $MgCO_3$ এর অনুপাত নির্ণয় কর।

ধরিলাম যে $CaCO_3 = x$ গ্রাম।

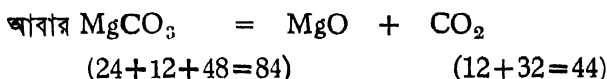
$\therefore$ $MgCO_3$ আছে $(1 \cdot 83 - x)$ গ্রাম।

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$(40+12+48=100) \qquad (12+32=44)$$

অর্থাৎ 100 গ্রাম $CaCO_3$ দেয় 44 গ্রাম CO_2

১ „ „ „ $\frac{44x}{100}$ „ „

আবার $MgCO_3 = MgO + CO_2$

$$(24+12+48=84) \qquad (12+32=44)$$

অর্থাৎ 84 গ্রাম $MgCO_3$ দেয় 44 গ্রাম CO_2

$\therefore$ $(1 \cdot 84 - x)$ „ „ „ $\frac{44(1 \cdot 84 - x)}{84}$ „

কিন্তু ওজন সর্বশুদ্ধ হ্রাস পাইয়াছে $(1 \cdot 84 - \cdot 96)$ গ্রাম $= 0 \cdot 88$ গ্রাম এবং উহা CO_2 এরই ওজন।

$$\therefore \quad \frac{44x}{100} + \frac{44(1 \cdot 84 - x)}{84} = 0 \cdot 88 \text{ গ্রাম}$$

অর্থাৎ $44\left(\frac{x}{100} + \frac{1 \cdot 84 - x}{84}\right) = 0 \cdot 88$ গ্রাম

অর্থাৎ $\frac{x}{100} + \frac{1 \cdot 84 - x}{84} = \cdot 02$ গ্রাম

অর্থাৎ $\frac{84x+184-100x}{8400}$ = ·02 গ্রাম

অর্থাৎ $-16x$ = (·02 × 8400 − 184) গ্রাম = −16 গ্রাম

অর্থাৎ x = 1 গ্রাম

সুতরাং $CaCO_3$ আছে 1 গ্রাম

এবং $MgCO_3$ আছে (1·84 − 1) = 0·84 গ্রাম

∴ উহাদের অনুপাত $CaCO_3$: $MgCO_3$ = 1 : 0·84.

100 : 84 = 25 : 21

ঘনত্ব (Density), বাষ্পীয়-ঘনত্ব (Vapour-density) ও আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity)

(i) কোন পদার্থের ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$ $\left(\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}}\right)$

$D=\frac{M}{V}$ অর্থাৎ $M = D \times V$. (ভর = ঘনত্ব × আয়তন)

(ii) আপেক্ষিক গুরুত্ব = $\frac{\text{যে কোন আয়তন পদার্থের ভর}}{\text{সমায়তন জলের (4°C উষ্ণতায়) ভর}}$

(iii) পদার্থের ওজন = (আপেক্ষিক গুরুত্ব × আয়তন) গ্রাম

গণনা :—

(1) 200 c.c. H_2SO_4 এর ওজন বাহির কর, যাহার আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·8। (ওজন বলিতে ভর বুঝান হইয়াছে।)

H_2SO_4 এর আ: গুরুত্ব = 1·8

অর্থাৎ 1 c.c. H_2SO_4 ওজন 1·8 গ্রাম।

∴ 200 c.c. „ „ 1·8 × 200 = 360 গ্রাম।

(2) এক লিটার সমুদ্র-জলকে (আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·03) উত্তাপ দিয়া শুষ্ক করা হইল। অবশিষ্ট রহিল 36·4 গ্রাম লবণ। সমুদ্র-জলে কঠিন পদার্থের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।

এক লিটার বা 1000 c.c. সমুদ্র জলের ওজন = 1000 × 1·03
= 1030 গ্রাম।

অতএব 1030 গ্রামে 36·4 গ্রাম লবণ অর্থাৎ কঠিন পদার্থ আছে।

∴ 100 „ $\frac{36 \cdot 4 \times 100}{1030}$ = 3·534 গ্রাম কঠিন পদার্থ আছে।

সুতরাং কঠিন পদার্থ 3·534% আছে।

শতকরা হিসাবের তাৎপর্য ঃ

(ক) কঠিন পদার্থ হইলে শতকরা হিসাব সর্বদা ওজন হিসাবে লেখা হয়।

(খ) গ্যাসীয় পদার্থ হইলে শতকরা হিসাব অধিকাংশ ক্ষেত্রে আয়তন হিসাবে লেখা হয়।

(গ) তরল পদার্থ হইলে শতকরা হিসাবের অর্থ নিম্নলিখিত দুই প্রকার হইতে পারে ঃ

(i) 100 ভাগ ওজনের তরলে বা দ্রবণে কত ভাগ ওজনের পদার্থটি আছে।

(ii) 100 c.c. তরলে বা দ্রবণে কত গ্রাম পদার্থটি আছে।

(1) 40 c.c. HNO_3 এ (আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·42) বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড কত গ্রাম আছে? (70% HNO_3 এর আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·42)

40 c.c. লঘু HNO_3 এর ওজন $= 40 \times 1·42 = 56·8$ গ্রাম।

এই 40 c.c. লঘু HNO_3 এ 70% HNO_3 আছে।

অর্থাৎ 100 গ্রামে আছে 70 গ্রাম বিশুদ্ধ HNO_3।

$\therefore$ 56·8 „ „ $\frac{70 \times 56·8}{100} = 39·76$ গ্রাম বিশুদ্ধ HNO_3 আছে।

(2) আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·84 হইলে 100 c.c. H_2SO_4 এ কত জল দিলে আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·5 এ দাঁড়াইবে?

ধরা হইল যে x গ্রাম জল দেওয়া হইবে।

100 c.c. H_2SO_4 এর ওজন $= 1·84 \times 100 = 184$ গ্রাম।

উহাতে x c.c. জল দিলে উহার আয়তন হইবে $(100 + x)$ c.c

এখন $(100 + x)$ c.c. H_2SO_4 এর ওজন $= (100 + x)\, 1·5$ গ্রাম।
($\because$ এখন আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·5)

184 গ্রাম ওজনের H_2SO_4 এর সহিত x c.c. অর্থাৎ x গ্রাম জল মিশাইতে উহার ঐরূপ ওজন হইয়াছে। ($\because$ জলের ঘনত্ব 1 গ্রাম/c.c.)

অতএব $184 + x = (100 + x)\, 1·5$

অর্থাৎ $184 + x = 150 + 1·5x$

অর্থাৎ $0·5x = 34$ গ্রাম

অর্থাৎ $x = 68$ গ্রাম।

সুতরাং 68 c.c. জল দেওয়া হইয়াছিল।

Questions to be discussed

1. Calculate the percentage composition of the constituent elements in the following compounds :

(i) H_2SO_4 (ii) $NaCl$ (iii) $KClO_3$ (iv) Na_2SO_4 (v) $K_2Cr_2O_7$ (vi) $KMnO_4$ (vii) $NaAlO_2$ (viii) Na_2SiO_3 (ix) $K_4Fe(CN)_6$ (x) Na_2HPO_3.

[S=32, K=39, Na=23, Cr=52, Mn=55, Al=27, Si=28, Fe=56, P=31]

[Ans :—(i) H=2·04, S=32·65, O=65·31
(ii) Na=39·3, Cl=61·7
(iii) K=31·89, Cl=28·95, O=39·16
(iv) Na=32·4, S=22·53, O=45·07
(v) K=26·58, Cr=35·37, O=38·1
(vi) K=24·7, Mn=34·8, O=40·5
(vii) Na=28·05, Al=32·93, O=39·02
(viii) Na=37·7, Si=22·95, O=39·35
(ix) K=42·4, Fe=15·2, C=19·57, N=22·83
(x) Na=36·508 H=0·794, P=24·603, O=38·095]

2. A compound containing sodium, sulphur, oxygen and hydrogen gave on analysis the following results :

Na=14·31%, S=9·97%, H=6·25% and O=69·47%

Calculate its formula on the assumption that all the hydrogen atoms in the compound are present in combination with O_2 as water of crystallisation. [Ans :—Na_2SO_4, $10H_2O$]

3 The percentage composition of the following compounds are as follows. Find their simplest formulae.

(i) K=69·46, H=1·79 and O=28·75 [Ans. KOH]

(ii) Na=16·08, C=4·2, O=16·8 and H_2O=62·92
[Ans. Na_2CO_3, $10H_2O$]

(iii) Fe=20·14, S=11·51, O=23·02 and rest water.
[Ans. $FeSO_4$, $7H_2O$]

(iv) Cu=28, N=24·61, H=5·28 and rest oxygen
[Ans. $Cu\,N_4H_{12}SO_4$]

(v) C=42·9, H=6·43 and rest O_2. [Ans. $C_{12}H_{22}O_{11}$]

(vi) Pb=63·58, C=14·81, H=1·85, and rest oxygen
[Ans. $PbC_4H_6O_4$]

4. A compd. was found on analysis to have the following composition :

$K=17.8\%$, $Ni=13.5\%$, $SO_4=44\%$ and $H_2O=24.7\%$

What will be its formula ? $(Ni=59)$

[Ans :—K_2SO_4, $NiSO_4$, $6H_2O$]

5. A mineral is supposed to have the following composition :

$MgO=23.48\%$, $FeO=41.74\%$ and $SiO_2=34.7\%$ what is its empirical formula ? [Ans :—$MgFeSiO_4$]

6. A substance gave on analysis the following results :

$Na=13.4\%$, $Sb=23.3\%$, $S=24.9\%$ and $H_2O=38.4\%$

It contains 7% of deliquescent moisture. Calculate its empirical formula. $(Sb=120)$ [Ans :—Na_3SbS_4, $9H_2O$]

7. A compound containing calcium, chlorine and water gave on analysis the following results :

$Ca=16.434$. $Cl=29.178$ and $H_2O=54.388$.

10% of the total is deliquescent moisture. What is its molecular formula ? [Ans :—$CaCl_2$, $6H_2O$]

8. 1.5 gms. of hydrated calcium chloride when heated left behind 0.76 gm. of tho anhydrous salt. Calculate the percentage of water present and also the number of molecules of water of crystallisation for one molecule of the anhydrous salts.

[Ans. 49.33% , $CaCl_2$, $6H_2O$]

9. Hydrated crystals of a substance when heated to a constant weight loses 45.6% of its weight. It then becomes anhydrous. The anhydrous salt on analysis is found to contain $Al=10.5\%$, $K=15.1\%$, $S=24.8\%$ and $O=49.6\%$. What are the empirical formulae of the anhydrous and hydrated salt ?

[Ans. $KAlS_2O_8$ or $KAl(SO_4)_2$, and $KAl(SO_4)_2$, $12H_2O$]

10. A certain gaseous hydrocarbon contains 14.29% of hydrogen. What is its empirical formula ? If its molecular weight be 28, what will be its molecular formula ?

[Ans. CH_2, C_2H_4]

11. A compound of C, H and O contains $C=40\%$, $H=6.67\%$ by weight. Its mol. wt. is 180. Find its molecular formula.

[Ans. $C_6H_{12}O_6$]

12. A compd. contains 43'4% of Na, 45'38% of O and 11'32% of C. Find its simplest formula. [Ans. Na_2CO_3]

13. What weight of hydrogen will be produced by passing sufficient steam over 112 gms. of red-hot iron ? [Ans 5'33. gms.]

14. Find the quantity of magnesium oxide produced by burning 10 gms. of magnesium. [Ans. 16'66 gms.]

15. What amount of potassium chlorate is to be decomposed by heat in order to generate 10 gms. of oxygen ? [K=39]

[Ans.=25'52 gms.]

16 Haematite (an ore of iron) contains 95% Fe_2O_3. How much of iron can be extracted from one ton of such an ore by means of reduction ? [Ans. 0'737 ton]

17. A specimen af limestone contains 60% of $CaCO_3$. Calculate the amount of stone required to saturate one litre of water by the gas which is produced by the action heat on it at 0°C.

[The solubility of the gas at 0°C is 0'198 gm. per 100 gms. of water. [Ans. 7 5 gms.]

[Hints :—$CaCO_3 = CaO + CO_2$]

18. How much potassium Chlorate will be required to produce just sufficient oxygen to burn the hydrogen produced by the action of 50 gms. zinc on excess of dil. H_2SO_4 ?

[Ans. 31'41 gms.]

19. Calculate the minimum weight of iron taken to produce just sufficient hydrogen to completely reduce 10 grs. of hot CuO and 20 grs. of Cu_2O separately.

[Ans. 5'283 grs. for CuO and 5'874 grs. for Cu_2O]

20. 2'3425 gms. of $Pb(NO_3)_2$ is strongly heated till the decomposition continues. Calculate the weight of the gases thus produced separately. What would be the residue ?

[Pb=206]

[Ans. 1'576 gms. PbO, 0'653 gms. NO_2 and 0'114 gms. O_2]

21. What would be the weight of KNO_3 which would be able to produce when heated as much oxygen as would be produced by heating 20 gms. of $KClO_3$? [Ans. ~~24'735~~ 49'46 gms.]

22. An aquous solution of 5'85 gms. Common salt is treated with excess of silver nitrate solution, when silver chloride

is precipitated, which in a absolutely dry state weighs 13'85 gms. Calculate the parentage of purity in the sample of common salt. [Ag=108] [Aus. 96 5%]

23. H_2S obtained by treating a sample of iron sulphide with dil. H_2SO_4 contained 9% of H_2 by volume. What p.c. of full iron did the iron sulphide contain ?

[Hints. $FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$.
(56+32) 22 4 litres

$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$
56 22'4 litres

(∵ N. T. P. তে এক গ্রাম আণবিক গ্যাসের আয়তন 22'4 litres Avagadro)

H_2 এর আয়তন 22'4 litres কে 9% ধরিলে, 91% H_2S এর আয়তন হয়

$$\frac{22'4 \times 91}{9} \text{ litres.}$$

কিন্তু 22 4 litres H_2S পাওয়া যায় 88 gms. FeS হইতে

$$\therefore \frac{22'4 \times 91}{9} \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{88 \times 22\,4 \times 91}{22\,4 \times 9}$$
=889'78 gms. হইতে।

সুতরাং মিশ্রণের ওজন = 889'78+56 = 945'78 gms.

945'78 gms. এ Fe আছে 56 gms.

$$\therefore 100 \ldots \ldots \ldots \frac{56}{945'78} \times 100 = 5'92 \text{ gms.}$$

∴ Fe আছে 5'92%]

24. Iron sulphide containing some free iron produces H_2S and H_2 by the action HCl. The gas mixture on treatment with alkali decrease in volume to $\frac{1}{10}$th of the total volume. Calculate the p.c. of free iron in that sample. [Ans. 6'6%]

[Hints. ক্ষার H_2S-কে শোষণ করে]

25. 1 gm. of Zn containing ZnO as impurity, gave on treatment with dil. acid 150 c.c. of H_2 at N.T.P. Calculate the p.c. of Zn in the specimen.

(wt. of 1 c.c. H_2 at N.T.P. = '00009 gm.) [Ans. 43'875%]

26. 6 gms. of a mixture of $KClO_3$ and KCl on heating left 4'0408 gms. of KCl. Calculate the p.c. of KCl in the original mixture. [Ans. 16'71%]

27. 3 gms. of a mixture of anhydrous sodium carbonate and sodium bicarbonate lost on ignition 0'348 gm. Find out the p.c. of sodium carbonate in the mixture. [Ans. 68'56%]

[Hints. উত্তপ্ত করিলে $NaHCO_3$ বিশ্লিষ্ট হয়। কিন্তু Na_2CO_3 হয় না।

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$]

28. 1 litre of sea water (sp. gr.$=$1·03) containing 2·64% of sodium chloride is heated to dryness. What weight of H_2SO_4 will be required to convert the whole of NaCl to Na_2SO_4 ?

[Ans. 22·776 gms.]

[Hints. $\underset{\substack{2(23+35\cdot5)\\=117}}{2NaCl} + \underset{98}{H_2SO_4} = Na_2SO_4 + 2HCl.$

117 gms. NaCl এর জন্য 98 gms. H_2SO_4 প্রয়োজন

1 litre সমুদ্র জলের ওজন $=1000\times1\cdot03=1030$ gms.

ইহার মধ্যে NaCl আছে $\dfrac{1030\times2\cdot64}{100}=\cdot264\times103$ gms.

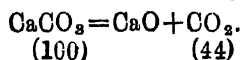
117 gms. NaCl এর জন্য প্রয়োজন 98 gms. H_2SO_4

$\therefore$ $\cdot264\times103$ ... ... $\dfrac{98\times\cdot264\times103}{117}$

$=22\cdot776$ gms.]

29. 0·7216 gm. of a sample of chalk contaminated with clay lost on complete ignition 0·2685 gm. calculate the p.c. of clay in the sample.

[Hints. Chalk এর সংকেত $CaCO_3$.

$$\underset{(100)}{CaCO_3} = CaO + \underset{(44)}{CO_2}.$$

CO_2 চলিয়া যাওয়ার দরুণ ওজন কমে।

44 gms. ওজন কমে 100 gms. $CaCO_3$ থাকিলে। ...ইত্যাদি, ইত্যাদি।

30. Air contains 23% of its weight of O_2. How many gms. of air will be required to burn 200 gms. of sulphur ?

[Ans. 869·6 gms.]

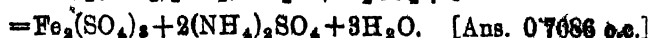
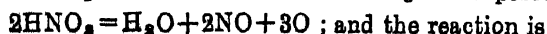
[Hints. $S+O_2=SO_2$]

31. What weight of O_2 will be required to burn the hydrogen evolved by the action of 28 gms. of pure HCl on excess of zinc ? (Zn$=$65) [Ans. 6·154 gms.]

32. How many c.c. of HNO_3 (density$=$1·35 gms./c.c. ; strength 56% by wt.) are required to oxidise 10 gms. of ferrous ammonium sulphate ? Assume that HNO_3 decomposes as

$2HNO_3 = H_2O + 2NO + 3O$; and the reaction is

$2FeSO_4(NH_4)_2SO_4, 6H_2O + H_2SO_4 + O$

$= Fe_2(SO_4)_3 + 2(NH_4)_2SO_4 + 3H_2O$. [Ans. 0·7086 c.c.]

33. Copper gives two oxides. On heating 1 gm. of each in hydrogen 0·888 gm. and 0·798 gm. of the metal are obtained. If the formula of the former be Cu_2O, find that of the latter.
[Ans. CuO]

34. 2·0 gms. of silver chloride is precipitated when excess of silver nitrate solution was added to a solution containing 1 gm. of zinc chloride. What was the p.c. of purity in the sample of zinc chloride ? [Ans. 94·8%]

35. Bauxite (Al_2O_3), an ore of aluminium contains 20% SiO_2. One ton of such ore is treated with hot and concentrated NaOH. Calculate the amount NaOH required for the complete reaction. Name the products.

[Ans. 0 753 ton. Products=$NaAlO_2$ and Na_2SiO_3]

36. Water gas, produced by the action of steam on red-hot coke contains, 45% CO, 50% H_2 and 5% of CO_2 and N_2 by volume. How much air containing 21% O_2 by volume will be required to burn 10 litres of such water gas ? The gases after complete ignition passed into lime-water. What would be the weight of the precipitate (in dry state) thus formed, assuming that the necessary gas completely reacts. [2 vols. of CO or H_2 require 1 vol. of O_2 and wt. of 1 litre CO_2 =1·98 gms

[Ans. 22 619 litres of air, 20·25 gms. of $CaCO_3$]

37. One litre (at N.T P) of air is successively passed through a tube containing red-hot cupric oxide, a U-tube containing strong KOH and another containing conc. H_2SO_4. Calculate the increase in weight in each tube, assuming that air contains 22%O_2, 0·4%CO_2 and 1·4% moisture by weight. (1 litre of air at N.T P=1·296 gms.)

[Ans. 0·28512 gm., ·005184 gm., ·018144 gm.]

38. 7 gms. of $MgCO_3$ were added to twice its weight of dil. H_2SO_4. After complete reaction, it was found that 0·7 gm. remained undissolved. Calculate the percentage strength of the acid. [Ans. 52·5%]

[Hints. $MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O + CO_2$]

39. A solution of HNO_3 of sp. gravity 1·46 contains 60% HNO_3. What weight of this solution is required just to react with 10 gms. of CuO ? [Ans. 38·56 gms.]

[Hint. $CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$]

40. 0·9031 gm. of a mixture of sodium chloride and potassium chloride is heated with conc. H_2SO_4 and the resulting mixture of sulphates weighs 1·0784 gms. Find the percentage composition of the mixture. (Cl=35·46, K=39·1)

[Ans. NaCl=54·7%, KCl=39·1%]

41. Calculate the weight of limestone required, which on heating may produce sufficient quick lime for softening 1000 gallon of hard water containing 14·5 gms. of calcium bicarbonate per gallon. [Ans. 8950·6 gms. of limestone]

42. Chille-saltpetre contains 92% $NaNO_3$. What weight of saltpetre and conc. H_2SO_4 will be required to prepare 10 lbs. of HNO_3, if the strength of H_2SO_4 be 96% ?

[Ans. 14·65 lbs. of salt petre and 8·1 lbs. of acid]

[Hints. $2NaNO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+2HNO_3$]

43. One hundred ton of a mineral containing 59% carnallite pass through a refinery and are made to yield potassium chloride. If the recovery be 70%, calculate the amount of KCl, obtained from 1000 tons of the mineral. Carnallite contains 26·85% of KCl.

[Ans. 110·9 tons]

44. A sample of sulphuric acid contains 31·6 gms. of pure acid per 100 gms. of the acid solution, and its sp. gravity is 1·26. Calculate the weight of pure acid in 100 c.c. of the solution.

[Ans. 39·8 gms.]

45. 10 gms. of a substance when strongly heated gave 2·55 gms. of CO_2 and 0·525 gm. of water and left a residue of copper oxide. What is its simple formula ? [Ans. $2CuCO_3$, $Cu(OH)_2$]

46. A quantity of carbon monoxide is passed through a red-hot tube containing ferric oxide. The resulting gas is absorbed in caustic potash. The gain in weight of caustic potash was 0·86 gm. What was the volume of carbon monoxide at N. T. P. ? (Vap. density of CO=14) [Ans. 437·8 c.c.]

47. Calculate the quantity of pyrolusite containing 60% by weight of MnO_2, which would be required to liberate sufficient chlorine from HCl to make 10 gms. of anhydrous ferric chloride from the metal. Assume that 10% of the available chlorine is wasted. [Ans. 14·9 gms.]

[Hints. $4HCl+MnO_2=MnCl_2+Cl_2+2H_2O$]

রসায়নাগারে বিভিন্ন গ্যাস প্রস্তুতির সাধারণ নিয়মাবলী

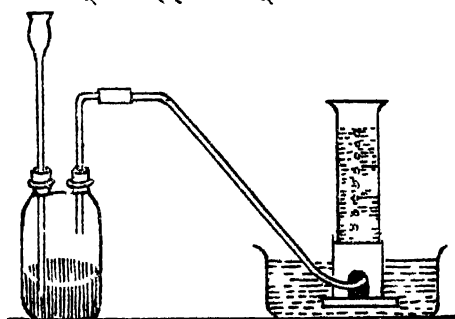
রসায়নাগারে গ্যাস-প্রস্তুতির কথা উঠিলেই উহা সংগ্রহের কথা চিন্তা করিতে হয়। গ্যাস প্রস্তুতির ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে মনঃসংযোগ করিতে হইবে।

(১) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি ; (২) বিক্রিয়ার সর্ত ;
(৩) প্রয়োজনীয় যন্ত্রাদি ও উহাদের সজ্জা ; এবং (৪) গ্যাস-সংগ্রহ।

কোন্ কোন্ যন্ত্রের প্রয়োজন হইবে এবং উহাদের সজ্জা কি হইবে, তাহা নির্ভর করে উপরের (১) ও (২) নং বিষয়ের উপর।

দুই-একটি উদাহরণ দিলে ব্যাপারটি অপেক্ষাকৃত সরল হইবে।

(ক) ধরা যাক **সাধারণ উষ্ণতায় কোন কঠিনের উপর কোন তরলের বিক্রিয়ায়** একটি গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই অবস্থায় কোন্ কোন্ যন্ত্রের প্রয়োজন হইবে তাহা নিম্নে লিখিত হইল।

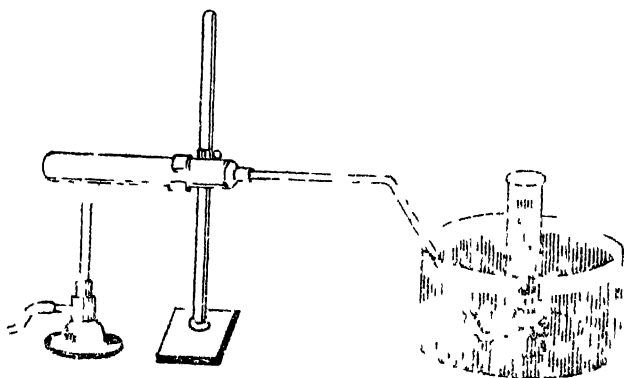
একটি উল্ফ্ বোতলের অভ্যন্তরে কঠিন পদার্থটি লইতে হইবে। উল্ফ্ বোতলের একটি মুখে থিস্‌ল্ ফানেলযুক্ত কর্ক থাকিবে এবং অপর মুখে

হাইড্রোজেন প্রস্তুতি

নির্গম-নলযুক্ত কর্ক থাকিবে। স্বভাবতঃ কর্ক-ফিটিং দ্বারা উল্ফ্ বোতলটি বায়ুরুদ্ধ হইবে। থিস্‌ল্ ফানেল দিয়া তরলটি ঢালিতে হইবে, যতক্ষণ না উহার শেষ প্রান্ত তরলে নিমজ্জিত হয়। তরল কঠিনের সংস্পর্শে আসামাত্র গ্যাস উৎপন্ন হইতে আরম্ভ হইবে।

অবশ্য উল্ফ্ বোতলের সাহায্যে গ্যাস উৎপাদন নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। কঠিন ও তরলের যে কোন একটি বা উভয়েই যতক্ষণ না নিঃশেষিত হইতেছে,

ততক্ষণ বিক্রিয়া চলিতে থাকে। কিন্তু কিপ্‌যন্ত্রের সাহায্যে উহারা নিঃশেষিত হইবার পূর্বেই গ্যাসোৎপাদন বন্ধ করা যায়; আবার প্রয়োজনমত উহা প্রস্তুত করা চলে।

H_2, CO_2, H_2S প্রভৃতির ক্ষেত্রে উল্‌ফ্‌ বোতল বা কিপ্‌যন্ত্রের সাহায্য লওয়া চলে। প্রত্যেকের ক্ষেত্রেই কঠিন-পদার্থটি প্রথমে ঐ যন্ত্রে লইতে হয়। পরে থিস্‌ল্‌-ফানেল সাহায্যে তরলটি ঢালিলেই গ্যাসোৎপাদন সুরু হয়। নির্গম-নল সাহায্যে ঐ গ্যাস বাহির হয়।

(খ) ধরা যাক, **কঠিন+কঠিনের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে** গ্যাসটি উৎপন্ন হয়। সেই ক্ষেত্রে প্রয়োজন হইবে একটি হার্ড-গ্লাস টেষ্ট-টিউব বা হার্ড-গ্লাস গোলতল ফ্লাস্ক (ছোট), উহাকে শূন্যে তুলিয়া ধরিবার জন্য একটি স্ট্যাণ্ড ও ক্ল্যাম্প্‌ এবং উত্তপ্ত করিবার জন্য একটি বুনসেন বার্নার।

অক্সিজেন প্রস্তুতি

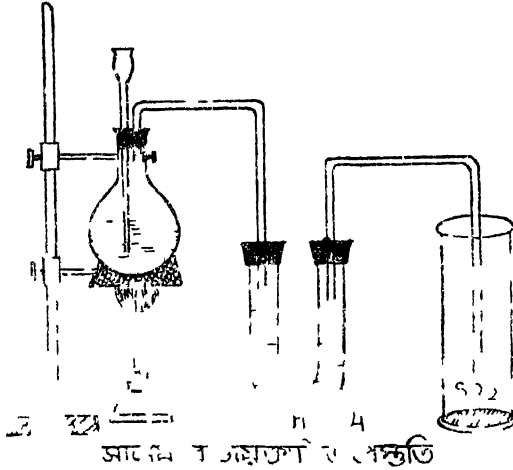
টেষ্ট-টিউবে সেই কঠিন+কঠিন মিশ্রণটি (মিশ্রণ ভাল হওয়া প্রয়োজন) লইয়া উহার মুখে নির্গম-নলযুক্ত একটি কর্ক লাগাইতে হইবে। অতঃপর স্ট্যাণ্ড ও ক্ল্যাম্পের সাহায্যে উহাকে শূন্যে তুলিয়া ধরিয়া বুনসেন বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত করিতে হইবে। উৎপন্ন গ্যাস নির্গম-নলপথে বাহির হইবে।

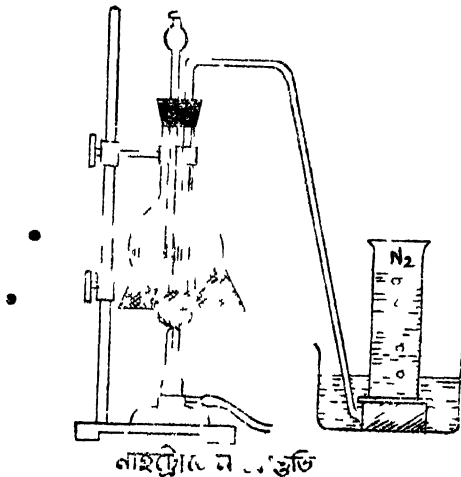
উদাহরণ: O_2, NH_3 (অ্যামোনিয়া), CH_4 (মিথেন) ইত্যাদি।

(গ) ধরা যাক, **কঠিন+তরলের মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে** গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই অবস্থায় একটি হার্ড-গ্লাস গোলতল ফ্লাস্ক লইতে হইবে। ইহাতে কঠিন পদার্থ লইয়া ইহার মুখে একটি থিস্‌ল্‌-ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত কর্ক

লাগাইতে হইবে। এইবার সমগ্র যন্ত্রটি স্ট্যাণ্ডের উপর তারজালি রাখিয়া বুনসেন বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত করিতে হইবে।

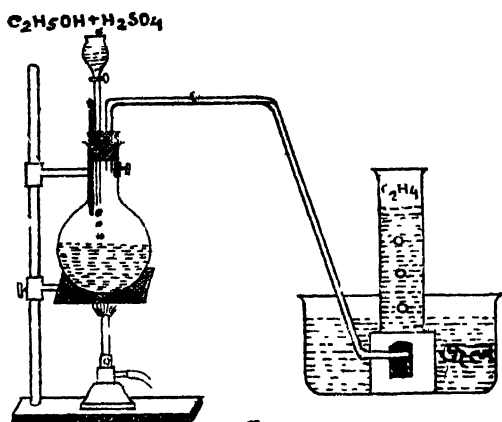
উদাহরণ : Cl_2 (ক্লোরিণ), HCl (হাইড্রোজেন ক্লোরাইড), SO_2 (সালফার ডাই-অক্সাইড) ইত্যাদি।

সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি

(ঘ) ধরা যাক, **তরল+তরল মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিলে** গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই রকম ক্ষেত্রে (গ) এর অনুরূপ যন্ত্র-সজ্জা হইবে।

নাইট্রোজেন প্রস্তুতি

উদাহরণ : N_2 (নাইট্রোজেন)

(ঙ) কোন ক্ষেত্রে অল্প উষ্ণতায় বিক্রিয়া ঘটাইতে হইলে যন্ত্রকে সরাসরি বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত না করিয়া বালি বা জল গাহে উত্তপ্ত করা হয়।

জলগাহে অবশ্য উষ্ণতা 100°C এর উপরে উঠিবে না। বালিগাহে অবশ্য ইহার বেশী উষ্ণতা উঠিবে। তবে ইহাতে উষ্ণতা ধীরে ধীরে উঠিবে।

এই প্রকার ক্ষেত্রে প্রয়োজনমত উষ্ণতা দেখিবার জন্য থার্মোমিটারের ব্যবস্থা রাখিতে হয়। গোলতল ফ্লাস্কের মুখে লাগান কর্কের আর একটি ছিদ্রপথে থার্মোমিটার প্রবেশ করান হয়।

ইথিলীন প্রস্তুতি

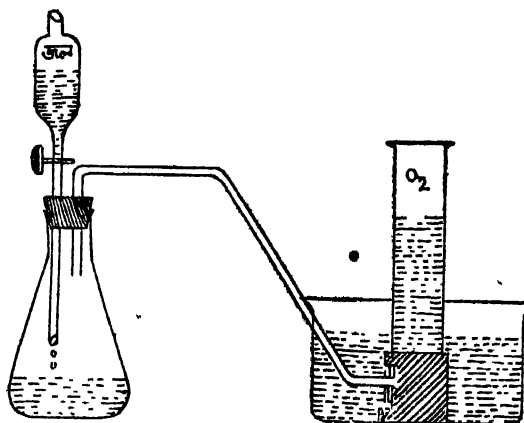
উদাহরণ: (i) N_2 প্রস্তুতি (ii) C_2H_4 প্রস্তুতি

(চ) যেখানে কঠিনের উপর বিন্দু বিন্দু তরল পাতনে সাধারণ উষ্ণতায় গ্যাস উৎপন্ন হয়, সেখানে কঠিনটি একটি নির্গম-নল ও বিন্দু-পাতন ফানেল সহ কর্কযুক্ত কনিকাল ফ্লাস্কে লইতে হয়। কঠিন পদার্থ ঐ ফ্লাস্কে লইয়া বিন্দু-পাতন ফানেলের সাহায্যে বিন্দু বিন্দু তরল উহার উপর ফেলিতে হয়। নির্গম-নল দিয়া গ্যাস বাহির হয়।

উদাহরণ: C_2H_2 (অ্যাসিটিলিন), Na_2O_2 হইতে O_2 ইত্যাদি।

গ্যাস-সংগ্রহ:

গ্যাস প্রস্তুত করিলেই শুধু চলিবে না, উহাকে সংগ্রহ করিবার ব্যবস্থাও করিতে হইবে। সংগ্রহ করিবার ব্যবস্থা না করিলে গ্যাস-প্রস্তুতিই বৃথা। কিন্তু গ্যাস-সংগ্রহ করিবার কালে প্রথমে দেখিতে হইবে যে উহা জলে

দ্রবণীয়, না অদ্রবণীয়। (i) যদি উহা অদ্রবণীয় হয়, তাহা হইলে সমস্যা অনেকটা মিটিয়া যায়। এই ক্ষেত্রে গ্যাসকে জলের নিম্নাপসারণ সাহায্যে সংগ্রহ করিতে হইবে।

সোডিয়াম পারঅক্সাইড হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি

উদাহরণঃ H_2, O_2, N_2, CH_4 (মিথেন), C_2H_4 (ইথিলীন), C_2H_2 (অ্যাসিটিলীন) ইত্যাদি।

(ii) কিন্তু যদি গ্যাসটি জলে দ্রবণীয় হয়, তাহা হইলে জলের উপর উহাকে সংগ্রহ করিবার চেষ্টা ত্যাগ করিতে হইবে। তখন আমরা সাধারণতঃ দেখি যে গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা লঘু, না ভারী। ইহা অবশ্য—অঙ্ক কষিয়া বাহির করা যায়। পরে আমরা দেখিব যে গ্যাস বা বাষ্পের বাষ্পীয় ঘনত্ব উহার আণবিক গুরুত্বের অর্ধেক (Avogadro's hypothesis)। বায়ুর ঘনত্ব 14·4।

উদাহরণঃ (ক) অ্যামোনিয়া—আণবিক সংকেত→NH_3

আণবিক ওজন $= 14 + 3 \times 1 = 17$. অতএব বাষ্পীয় ঘনত্ব $\frac{17}{2} = 8·5$.

সুতরাং ইহা বায়ু অপেক্ষা অনেক হাল্কা।

(খ) ক্লোরিণঃ আণবিক সংকেত→Cl_2 ; আণবিক ওজন $= 2 \times 35·5$.

$$\text{বাষ্পীয় ঘনত্ব} = \frac{2 \times 35·5}{2} = 35·5.$$

সুতরাং ইহা বায়ু অপেক্ষা অনেক ভারী।

(গ) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড : আণবিক সংকেত→HCl
আণবিক ওজন $=1+35\cdot5=36\cdot5$.

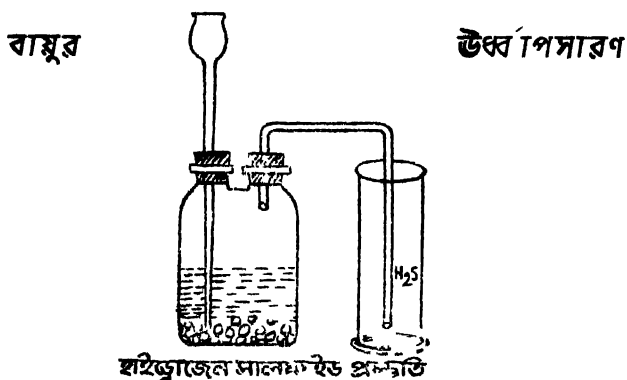
$\therefore$ বাষ্পীয় ঘনত্ব $=\frac{36\cdot5}{2}=18\cdot25$.

সুতরাং ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী।

(ঘ) সালফার ডাই-অক্সাইড : আণবিক সংকেত→SO_2.
আণবিক ওজন $=32+2\times16$ 64. বাষ্পীয় ঘনত্ব $=32$.
সুতরাং বায়ু অপেক্ষা অনেক ভারী।

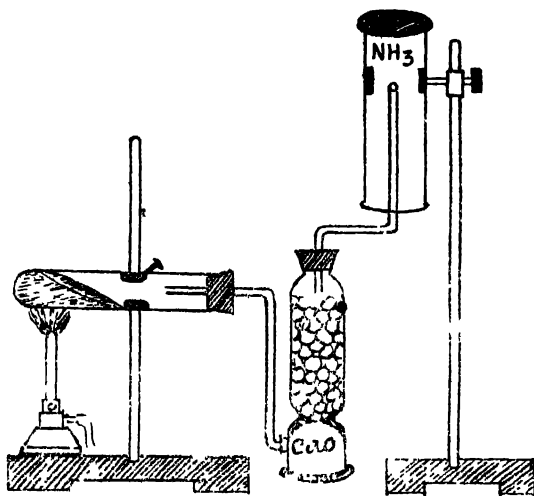
এইভাবে হিসাব করিয়া দেখা যাইতে পারে যে জলে দ্রবণীয় গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী অথবা হাল্কা।

যদি উহা বায়ু অপেক্ষা ভারী হয় (যেমন—Cl_2, HCl, SO_2, H_2S ইত্যাদি), তাহা হইলে উহাকে বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ সাহায্যে সংগ্রহ করা চলে।

হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুতি

আবার যদি উহা বায়ু অপেক্ষা লঘু হয় (যেমন—NH_3) তাহা হইলে উহাকে বায়ুর নিম্নাপসারণ সাহায্যে সংগ্রহ করা চলে।

কিন্তু এই সকল ক্ষেত্রে গ্যাস-জার কখন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ হইবে তাহা বুঝা কঠিন। (অবশ্য জল-অপসারণের ক্ষেত্রে উহা স্পষ্ট বুঝা যায়)। এই অবস্থায় গ্যাসজার উপচাইয়া গ্যাস বাহির হইয়া যাইতেছে কিনা, তাহা সহজ রাসায়নিক বিক্রিয়ার দ্বারা বুঝা যায়। যেমন, NH_3-এর ক্ষেত্রে গ্যাস-জারের মুখে কাঁচদণ্ড করিয়া ঘন HCl ধরিলে, যদি সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়, H_2S-এর ক্ষেত্রে যদি লেড-অ্যাসিটেট কাগজ কালো হয়, Cl_2 (ইহার অবশ্য বিশেষ বর্ণ রহিয়াছে)

এর ক্ষেত্রে স্টার্চ-আইওডাইড কাগজ যদি নীল হয় বা HCl-এর ক্ষেত্রে

বায়ুর নিম্নাপসারণ

অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি

আমোনিয়া সিক্ত কাচদণ্ডে যদি সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে গ্যাস-জার গ্যাসপূর্ণ হইয়াছে।

গ্যাস-বিশোধন: রসায়নাগারে যে পদ্ধতিতে গ্যাস প্রস্তুত করা হয়, তাহাতে প্রয়োজনীয় গ্যাস ব্যতীত অন্যান্য গ্যাস ও বাষ্প অশুদ্ধি হিসাবে আসে। ঐরূপ গ্যাসকে গ্যাস-জারে সংগ্রহ করিলে গ্যাস বিশুদ্ধ হয় না। সেই কারণে গ্যাস-বিশোধনের প্রয়োজন হইলে প্রথমেই দেখা উচিত যে উহাতে অশুদ্ধি হিসাবে কোন্ কোন্ গ্যাস আছে এবং উহারা কোন্ কোন্ পদার্থে দ্রবীভূত বা শোষিত হয় তাহা জানা প্রয়োজন। বিশোধক রাসায়নিক দ্রব্যাদি এরূপ ভাবে নির্দিষ্ট হওয়া উচিত যাহাতে গ্যাসীয় অশুদ্ধিই কেবল দ্রবীভূত বা শোষিত হয়, প্রয়োজনীয় গ্যাস নহে।

নিম্নে কয়েকটি গ্যাসের দ্রাবক বা শোষক পদার্থের নাম দেওয়া হইল। উহাদের মধ্যে সর্বাপেক্ষা উপযুক্তটি বাছিয়া লওয়া হয়। (মনে রাখিতে হইবে যে গ্যাসটি যদি আম্লিক হয়, তাহা হইলে উহার শোষক কোন ক্ষার হইবে, এবং ক্ষারীয় হইলে শোষক পদার্থ আম্লিক হইবে।)

(i) **হাইড্রোজেন :** প্যালাডিয়াম ও প্লাটিনাম (তপ্ত) বা প্যালাডিয়াম ব্ল্যাক।

(ii) **অক্সিজেন :** ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট দ্রবণ বা তপ্ত কপার ছিলা।

(iii) **নাইট্রোজেন :** তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম।

(iv) **অ্যামোনিয়া :** জল, H_2SO_4, P_2O_5, $CaCl_2$ ইত্যাদি।

(v) **নাইট্রিক অক্সাইড :** $FeSO_4$ দ্রবণ।

(vi) **নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড :** জল (শীতল)।

(vii) **জলীয়বাষ্প :** conc. H_2SO_4, P_2O_5, CaO, অনার্দ্র $CaCl_2$ ইত্যাদি।

(viii) CO_2 বা SO_2 : conc. KOH দ্রবণ।

(ix) Cl_2 : conc. KOH দ্রবণ।

(x) HCl : জল, যে কোন ক্ষারীয় দ্রবণ।

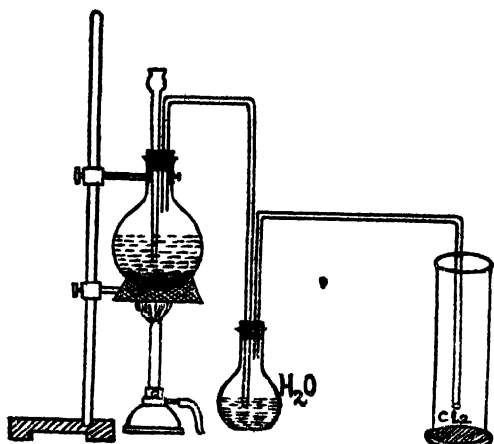
(xi) H_2S : লেড-অ্যাসিটেট দ্রবণ।

উদাহরণ : (1) ধরা যাউক যে জলীয়বাষ্প-যুক্ত অ্যামোনিয়াকে জল-মুক্ত করিতে হইবে। অতএব প্রথমতঃ দেখা যাউক যে জলীয়বাষ্প কোন্ কোন্ পদার্থ দ্বারা শোষিত হয়। উহারা হইতেছে, conc. H_2SO_4, P_2O_5, $CaCl_2$ CaO ইত্যাদি।

আবার অ্যামোনিয়া ও CaO বাদে আর বাকীগুলি দ্বারা শোষিত হয়। অতএব এক্ষেত্রে NH_3 কে জলীয়বাষ্প মুক্ত করিতে হইলে উহাকে CaO-এর মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হইবে।

(2) রসায়নাগারে প্রস্তুত ক্লোরিণে অশুদ্ধি হিসাবে প্রধানতঃ HCl থাকে। দেখা যাউক যে HCl কোন্ কোন্ পদার্থ দ্বারা শোষিত হয়। উহারা হইতেছে, —জল বা যে কোন ক্ষারীয় দ্রবণ। কিন্তু ক্লোরিণও ক্ষারীয় দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া শোষিত হয়। অতএব ক্ষারীয় দ্রবণ ব্যবহার করা চলিবে না। বাকী রহিল জল। ইহাতে HCl বেশী পরিমাণে দ্রাব্য, কিন্তু Cl_2 কম দ্রাব্য। জলই সেই-কারণে ব্যবহার করা হয়। ইহাতে কিছু পরিমাণ Cl_2 দ্রবীভূত হয় বটে, তবে বেশী অংশই গ্যাস-জারে সংগৃহীত হয়।

অন্যান্য উপায়ে গ্যাস সংগ্রহ : আমরা জানিয়াছি যে গ্যাস যদি জলে অদ্রবণীয় হয়, তাহা হইলে জলের উপর ইহাকে সংগ্রহ করা চলে। আবার উহা যদি জলে দ্রবণীয় হয়, তাহা হইলে বায়ুর অপসারণ ছাড়াও ইহার

সংগ্রহের কথা ভাবা যাইতে পারে। এইক্ষেত্রে এমন একটি সহজলভ্য তরল লইতে হয়, যাহাতে ঐ গ্যাস দ্রবীভূত হয় না। যেমন: Cl_2-কে বায়ুর ঊর্ধ্বাপসারণ ব্যতীতও লবণ-জলের উপর সংগ্রহ করা চলে। আবার যদি গ্যাসটি

ক্লোরিণ প্রস্তুতি

শীতল জলে মোটামুটি দ্রবণীয় হয়, তাহা হইলে উহাকে গরম জলের উপর সংগ্রহ করা চলে। কারণ উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে গ্যাসের দ্রবণীয়তা হ্রাস পায়।

এই কারণে H_2S-কে গরম জলের উপর সংগ্রহ করা চলে।

উপসংহার: সুতরাং দেখা যাইতেছে, গ্যাস উৎপন্ন করিতে যে সকল রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয় তাহাদের (ক) অবস্থা (কঠিন না তরল) (খ) সাধারণ উষ্ণতায় না উত্তাপ-প্রয়োগে বিক্রিয়া হয়, (গ) গ্যাসটি জলে দ্রবণীয় কিনা এবং (ঘ) দ্রবণীয় হইলে উহার আণবিক সংকেত কি,—এই সকল তথ্য জানা থাকিলে রসায়নাগারে গ্যাস প্রস্তুতির সকল সমস্যা দূর হয়।

Questions on Chemical reactions and equations

A. State, giving equations wherever necessary, what happens when :

1. Calcium or magnesium bicarbonate is heated.
2. Calcium or magnesium bicarbonate is treated with lime-water.
3. Calcium sulphate dissolved in water is treated with washing soda.

4. Ammonium nitrite is heated.
5. Potassium nitrate mixed with ammonium chloride is heated.
6. Mercuric oxide or lead nitrate is strongly heated.
7. Liquid air is allowed to vaporise.
8. Red lead is strongly heated.
9. Sodium peroxide is treated with water.
10. Sulphur is burnt in a jar containing oxygen , and water is added to it.
11. Phosphorous is burnt in a jar containing oxygen ; and water is added to it.
12. Sodium is burnt in a jar containing oxygen and water is added to it.
13. Calcium oxide is heated with silicon dioxide.
14. Barium peroxide is treated with cold dil. sulphuric acid.
15. Zinc oxide, lead monoxide or aluminium oxide is treated with dil. hydrochloric acid and caustic soda separately.
16. Ferroso-ferric oxide is reacted with dilute hydrochloric acid.
17. Nitrogen is passed over heated magnesium, calcium or aluminium.
18. Nitrogen is passed over heated calcium carbide.
19. Air is passed through alkaline pyrogallate solution.
20. Copper sulphate crystals are heated up to 240°C.
21. Washing soda crystals are left exposed to air.
22. Ammonium chloride is heated.
23. Sodium, potassium or calcium is dropped into water.
24. Magnesium or aluminium powder is dropped into boiling water.
25. Steam is passed over red-hot iron-filings or carbon.
26. Magnesium or manganese is reacted with dil. nitric acid.
27. To a solution of ferric chloride or potassium dichromate zinc granules and dil. H_2SO_4 are added.

B. Balance the following equations :

1. $H_2+O_2=H_2O$
2. $Cu+HNO_3=Cu(NO_3)_2+NO+H_2O$.

3. $P+HNO_3+H_2O=H_3PO_4+NO+NO_2$.
4. $Ca+N_2=Ca_3N_2$
5. $Al_2O_3+NaOH=NaAlO_2+H_2$
6. $Pb_3O_4+HNO_3=Pb(NO_3)_2+PbO_2+H_2O$
7. $Al(OH)_3=Al_2O_3+H_2O$.
8. $(NH_4)_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$
$$=Al_2O_3+4SO_3+NH_3+H_2O.$$
9. $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2O+SO_2$
10. $CuCO_3, Cu(OH)_2=CuO+CO_2+H_2O$
11. $NH_4Cl+Ca(OH)_2=NH_3+CaCl_2+H_2O$.
12. $Ca_3(PO_4)_2+SiO_2+C=CaSiO_3+P_4+CO$.

Objective type of questions

A. Fill up the blanks :—

1. The molecular formula of ferric oxide is Fe_2O_3. The valency of iron is——.

2. Sodium carbonate loses nine molecules of water of crystallisation when left exposed to air. It is——.

3. Hot platinised asbestos helps SO_2 to be oxidised. Platinised asbestos is a——.

4 Anhydrous Calcium chloride absorbs moisture from air, and it itself falls to liquid. Calcium chloride is a——solid.

5. Conc. Sulphuric acid absorbs moisture. It is a——compound.

6. The reaction, $N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3+24,000$ cals is——and

7. The reaction, $ZnO+C=Zn+CO$, absorbs heat. The reaction is——, and ZnO here is——.

8. Palladium absorbs H_2. This phenomenon is known as——.

9. When SO_2 is passed through an aq. solution of H_2S, fine sulphur-particles move in the solution. It is a——solution.

10. A trace of H_3PO_4 retards the decomposition of H_2O_2. H_3PO_4 acts as a——.

11. $FeSO_4$ is converted to $Fe_2(SO_4)_3$. It is a case of——.

B. True / false type.

Give "√" mark when the statement is true and "×" mark, when wrong.

1. Hydrogen peroxide decomposes to give H_2 and O_2.
2. Lead produces H_2 when reacted with cold and dil. HCl.
3. $KMnO_4$ is an oxidising agent.
4. Carbon monoxide is an oxidising agent.
5. Nascent hydrogen is stronger than ordinary hydrogen.
6. Conc. H_2SO_4 is efflorescent.
7. Nitric oxide is acidic.
8. Na_2O is a basic oxide.
9. Fe_3O_4 is a poly-oxide.
10. PbO is an amphoteric oxide.
11. Chemical changes are always accompained by absorption of heat.
12. Gun powder is a compound.
13. Sugar is a compound.

C. Mark the appropriate No. or Nos. against each item :

[1=Solid ; 2=Liquid ; 3=Gas ; 4=Acid or acidic ; 5=Base or basic, 6=salt and 7=solution]

Ice, aerated water, hydrogen chloride, air, hydrogen sulphide, limestone, diamond, sulphur dioxide, slaked lime, sand, bromine, iodine, mercury, silver nitrate, fog, steam, hydrogen peroxide and alloy.

D. Select the most suitable solvents or absorbents from amongst the substances named within bracket for each of the following substances :

Green vitriol, oxygen, carbon dioxide, carbon monoxide, nitrogen peroxide, greese, sulphur, hydrogen, sulphur dioxide, ammonia, nitric oxide, hydrogen sulphide, iodine and chlorine.

[Water, conc. H_2SO_4, conc. KOH solution, carbon di-sulphide, rectified spirit, palladium black, acidified Cu_2Cl_2 solution, alkaline pyrogallate solution, KI solution, lead acetate solution and $FeSO_4$ solution.]

ব্যবহারিক রসায়ন

ছাত্রগণের প্রতি উপদেশ ঃ একটি সাধারণ রসায়নাগার কিরূপ হইবে তাহা পূর্বেই আলোচিত হইয়াছে। ছাত্রদিগকে সর্বদা মনে রাখিতে হইবে যে রসায়নাগারে সর্বদা অ্যাসিড, আগুন প্রভৃতি লইয়া কাজ করিতে হইবে। এখানে জামা-কাপড় বা হাত-পা পুড়াইয়া কিংবা কাঁচে দেহের কোন স্থানে আঘাত পাইয়া অসাবধানতার মূল্য দিতে হইবে। অতএব **ছাত্রগণকে প্রথমত অত্যন্ত সাবধান হইতে হইবে।**

ছাত্রগণের অবহেলাবশত রসায়নাগার অল্পসময়ের মধ্যে নোংরা হইয়া পড়ে। তাহারা সময়ে সময়ে টেবিলে অ্যাসিড ও নানাবিধ লবণ ফেলিয়া কাজের টেবিলগুলি (Work Table) নোংরা করিয়া রাখে। ইহাতে পরবর্তী ঘণ্টার ছেলেদের বিশেষ অসুবিধা হইয়া থাকে। অধিকাংশ ছাত্রই টেবিল পরিষ্কার রাখিবার দায়িত্ব অপরের উপর ন্যস্ত করিয়া নিশ্চিন্ত থাকিবার প্রয়াস পায়। ইহার ফলে সকলকেই নোংরা রসায়নাগারে কাজ করিতে হয়। অথচ একটু সাবধানতা, একটু সহযোগিতার ফলে রসায়নাগার সুন্দর ও দর্শনীয় হইতে পারে। সুতরাং **দ্বিতীয়ত ছাত্রগণকে পরিচ্ছন্নতা অভ্যাস করিতে হইবে।**

কিশোর ছাত্রবৃন্দ রসায়নাগারে প্রথম প্রথম কাজ করিবার সুযোগ পাইয়া উৎফুল্ল হইয়া উঠে এবং ইহাই স্বাভাবিক। তাহাদিগকে সর্বদা স্মরণ রাখিতে হইবে যে রসায়নাগারের কার্যসূচী বিদ্যালয়ের পাঠ্যসূচীরই অংশ মাত্র। ক্লাশে যেমন তাহারা নিয়মানুবর্তিতার সহিত পড়াশোনা করিয়া থাকে, রসায়নাগারে তাহা অপেক্ষাও **কঠোর নিয়মানুবর্তিতা পালন করিতে হইবে।**

ইহার ব্যতিক্রম হইলে দুর্ঘটনার আশংকা থাকিবে।

প্রত্যেক কাজের-টেবিলের র‍্যাকে বিভিন্ন বিকারকসহ বিকারক-বোতল (Reagent bottle) থাকে ; তাহা ছাড়া রসায়নাগারের একাংশে সাধারণ র‍্যাকে (Common rack) বিকারক-বোতল থাকে। **ছাত্রগণ যেন বিকারক-বোতলগুলি যথাস্থানে রাখিয়াই কাজ করে।** উহাদিগকে

নিজেদের সুবিধামত স্থানে স্থানান্তরিত করিলে বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি হইবে। তাছা ছাড়া বিকারক-বোতলগুলির কাঁচের ছিপিগুলি (Stopper) যেন কাজের অব্যবহিত পরেই লাগাইয়া দেওয়া হয়; তাহা না হইলে ছিপি ওলট-পালট হইয়া পরীক্ষাকার্যে বিশৃঙ্খলা ঘটিবে।

ছাত্রগণের অ্যাপ্রন (Apron) ব্যবহার করা উচিত। ইহাতে জামা-কাপড় অনেক কম নষ্ট হইবার আশংকা থাকে।

দেহের কোথাও যদি অ্যাসিড পড়িয়া যায়, তাহা হইলে তৎক্ষণাৎ বিকারক-বোতল হইতে 'অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড' ঢালিয়া সেইস্থান ধুইয়া দেওয়া উচিৎ। বেশীরকম পুড়িয়া বা কাটিয়া গেলে তৎক্ষণাৎ শিক্ষকের সাহায্য চাওয়া উচিৎ।

কাজের-টেবিলে জলের বেসিন সম্বন্ধে যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত। উহাতে ভাঙ্গা কাঁচের টুকরা, কাগজ ইত্যাদি ফেলিলে যে কোন সময়ে জল নিষ্কাশন বন্ধ হইতে পারে। এরূপ অবস্থায় বেসিনের লেড-পাইপ কাটিবার প্রয়োজনও হইতে পারে। যাহা কিছু অপ্রয়োজনীয় অর্থাৎ আবর্জনার সামিল তাহা রসায়নাগারের কোণে রক্ষিত পাত্রে ফেলা উচিত। বেশী উত্তপ্ত কোন জিনিষ, যেমন—উত্তপ্ত কাঁচনল টেবিলে রাখা উচিত নয়। ইহাতে টেবিলের অ্যাসিড-সহ (acid-proof) পালিশ উঠিয়া যায়; এবং কাঁচ-নলেও দাগ পড়ে। রসায়নাগারে exhaust fan থাকা ভাল। তাহা না থাকিলে দরজা জানালা উন্মুক্ত থাকা বিধেয়।

Kipp's Apparatus-এ যদি হাইড্রোজেন সালফাইড তৈয়ারী করার প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে ঐ যন্ত্রটি ঘরের বাহিরে রাখাই কর্তব্য।

সর্বাপেক্ষা উত্তম, যদি বিষাক্ত বা ক্ষতিকর গ্যাস ধূম্র-কক্ষে (Fume Chamber) উৎপন্ন করা হয়।

প্রত্যেক ছাত্রকে প্রতিদিনকার কাজ ল্যাবরেটরী নোট-বুকে লিপিবদ্ধ করিতে হইবে। উহাতে যেন কাজের দিনের তারিখ ঠিক মত থাকে। প্রতিদিন শিক্ষকমহাশয় যেন উহাতে সহি করেন। যে দিন কাজ হইল সেই-দিনই খাতায় লিখিয়া শিক্ষকমহাশয়ের নিকট জমা দেওয়া উচিত।

বুনসেন বার্ণার: ইহার সম্বন্ধে দ্বিতীয় পরিচ্ছেদে (২১-২২ পৃঃ) বিস্তারিত আলোচনা করা হইয়াছে।

কাঁচনল কাটা (Glass-tube cutting) :

প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি ঃ—(i) কাঁচ-নল (যতটা মোটা প্রয়োজন)।
(ii) ট্র্যাঙ্গুলার ফাইল বা উখা।
(iii) স্কেল।
(iv) বুনসেন বার্নার।
ও (v) অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌ বোর্ড।

পদ্ধতি ঃ স্কেলের সাহায্যে মাপিয়া কাঁচ-নলের কোথায় কাটিতে হইবে তাহা দাগ দিয়া লইলাম। কালির সাহায্যে এই দাগ দেওয়া চলিতে পারে। অতঃপর সেই দাগ দেওয়া অংশে একই দিকে উখার ধারালো অংশ দিয়া জোরে কয়েকবার টানিতে হইবে, যাহাতে কাঁচের গায়ে দাগ বসে। এইবার ঐ দাগকে মধ্যস্থলে রাখিয়া উহার উভয় পার্শ্বে বৃদ্ধাঙ্গুলি চাপিয়া বিপরীত দিকে অল্প চাপ দিতেই, উহা দুই টুকরা হইয়া যায়। যদি অল্প চাপে না হয়, তাহা হইলে পুনরায় কাঁচনলে ঐ দাগ-বরাবর উখা দিয়া ঘসিয়া পূর্বের মত চাপ দিতে হয়।

কাঁচ-নলের কর্তিত অংশ ধারালো হয়। উহাকে মসৃণ করিতে হইলে বার্নারের শিখায় ঐ অংশকে ধরিয়া ঘুরাইতে হয়। কিছুক্ষণ পরে উহা মসৃণ হইয়া যায়।

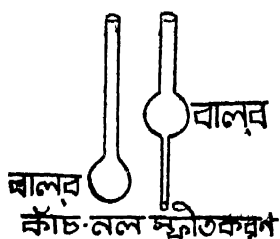
উত্তপ্ত কাঁচ-নল টেবিলে রক্ষিত অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌-বোর্ডের উপর রাখিতে হয়।

কাঁচনল বাঁকানো (Glass-tube bending) :

প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি ঃ (i) মাপ মত কাঁচ-নল।
(ii) ফিস্‌-টেল বার্নার।
(iii) অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌ বোর্ড।

পদ্ধতি ঃ—দ্বিতীয় পরিচ্ছেদে (২৫ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

কাঁচ-নল স্ফীতকরণ (Glass tube blowing) ঃ

প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি ঃ (i) কাঁচ-নল,
(ii) বুনসেন বার্নার
(iii) অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌-বোর্ড।

পদ্ধতি ঃ কাঁচ-নলের টুকরাটি প্রথমতঃ উখার সাহায্যে মাপ মত কাটিয়া লইতে হইবে। অতঃপর উহার একপ্রান্ত বুনসেন-শিখায় ধরিয়া উহার ছিদ্রটি বন্ধ করিতে হইবে। বদ্ধ-প্রান্তকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করার পর উহা নরম হয়। তখন অপর প্রান্তে মুখ লাগাইয়া ফুঁ দিলে বদ্ধস্থান স্ফীত হইয়া বালব তৈয়ারী হইবে। বালব তৈয়ারীর কাজ সাধারণতঃ বার্নারের দীপ্ত শিখায় করিতে হয়।

বালব
বালব
কাঁচ-নল স্ফীতকরণ

ধৌত বোতল (Wash bottle) তৈয়ারী করা ঃ

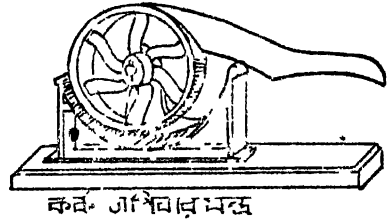
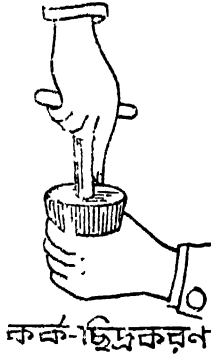
প্রয়োজনীয় যন্ত্রাদি ও দ্রব্যাদি ঃ

(i) একটি 500 c.c. চ্যাপ্টাতল ফ্লাস্ক,
(ii) তিনটি কাঁচ-নল (8″, 6″, 5″ দৈর্ঘ্যের),
(iii) একটি কর্ক (ওয়াশ বট্‌লের মাপের),
(iv) কর্ক-বোরার,
(v) কর্ক-প্রেসার,
(vi) ফিস্‌টেল্ বার্নার,
(vii) অ্যাস্‌বেস্‌টস্-বোর্ড,
ও (viii) রবার-টিউব (কাঁচ নলের মাপের) 2′.

পদ্ধতি ঃ ইহা কয়েকটি অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে। (ক) কাঁচ-নল বাঁকানো। (খ) কর্ক নির্বাচন, পেষণ ও ছিদ্র-করণ ; (গ) জেট্ প্রস্তুতি ও রবার-টিউব সাহায্যে কাঁচ নলের সহিত উহার সংযুক্তি এবং (ঘ) ওয়াশ বট্‌ল্ ফিট করা।

(ক) **কাঁচ-নল বাঁকানো ঃ** দ্বিতীয় পরিচ্ছেদে (২৫ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

(খ) **কর্ক নির্বাচন, পেষণ ও ছিদ্র করণ ঃ**—ওয়াশ-বট্‌লের মুখের মাপের সামান্য কিছু বড় মাপের কর্ক লইতে হইবে। উহাকে ভিজাইয়া লইয়া কর্ক-প্রেসারের সাহায্যে উহাকে চাপ দিয়া মাপ মত করিতে হইবে, যাহাতে উহা বায়ু-নিরুদ্ধভাবে ওয়াশ বট্‌লের মুখে বসিতে পারে। ইহার পর কাঁচ-নলের প্রস্থচ্ছেদ হইতে সামান্য ছোট মাপের কর্ক-বোরার লইয়া কর্কের ক্ষুদ্রতর

প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট অংশ উপরে রাখিয়া কর্ক-বোরার ঘুরাইয়া উহাতে পাশাপাশি দুইটি সমান্তরাল ছিদ্র করিতে হইবে। কর্ক-বোরার সাবধানে ঘুরাইতে হয়, যাহাতে হাতের চাপ সর্বত্র সমভাবে পড়ে। তাহা না হইলে ছিদ্রপথ বাঁকিয়া

গিয়া কর্কটি নষ্ট হইতে পারে। প্রয়োজন হইলে কর্ক-বোরাব সেট হইতে সূক্ষ্ম-সূচ লইয়া বোবাবের মুখ পবিষ্কাব কবিতে হইবে।

(গ) **জেট-প্রস্তুতি ও রবার-টিউব সাহায্যে কাঁচ-নলের সহিত**

দ্বিতীয় পবিচ্ছেদে (২৫ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

(ঘ) **ওয়াশ-বট্‌ল্‌ ফিট করা :**

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদে (২৫ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

নিষ্কাশন (Extraction) :

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্যাদি : (i) একটি বিচ্ছেদক (separating) ফানেল।

(ii) দুইটি অদ্রবণীয় (immiscible) তরল, যথা কার্বন ডাই-সালফাইড ও তুঁতের দ্রবণ।

(iii) বিচ্ছেদক ফানেল ঝুলাইয়া রাখিবাব জন্য স্ট্যাণ্ড।

(iv) তরল ঢালিবার জন্য ফানেল।

(v) তরলদ্বয় ধরিবার জন্য দুইটি বীকার।

পদ্ধতি : ষষ্ঠ পরিচ্ছেদে (৭৩ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

পরিস্রাবণ (Filtration) :

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্যাদি : (i) একটি ফানেল-স্ট্যাণ্ড।

(ii) একটি ফানেল।

(iii) ফিলটার পেপার।

(iv) একটি কাঁচ দণ্ড।

(v) অদ্রবণীয় কঠিনের গুঁড়া, যথা—খড়িমাটিচূর্ণযুক্ত জলসমেত বীকার।

(vi) অপরিস্রুত তরল ধরিবার জন্য বীকার।

পদ্ধতি : ষষ্ঠ পরিচ্ছেদে (৬৬ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

বাষ্পীকরণ (Evaporation) :

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্যাদি : (i) ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড।

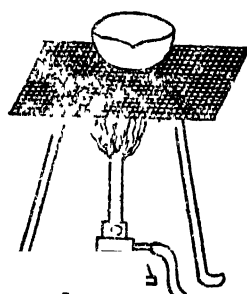
(ii) তারজালি।

(iii) বেসিন।

(iv) দ্রবণীয় কঠিনের, যথা—তুঁতের জলীয় দ্রবণ।

(v) বুনসেন বার্নার।

বাষ্পীকরণ

পদ্ধতি : যে দ্রবণীয় বা অদ্রবণীয় অশুদ্ধিযুক্ত তরলের বাষ্পীকরণ করিতে হইবে তাহাকে একটি বেসিনে লইয়া ত্রিপদ স্ট্যাণ্ডে তারজালির উপর বসাইতে হইবে। তলদেশ হইতে বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উহাকে উত্তপ্ত করিলে তরল দ্রুত বাষ্পায়িত হইতে থাকিবে। বেসিনে পড়িয়া থাকিবে শুষ্ক কঠিন পদার্থ।

কেলাসন (Crystallisation) :

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্যাদি : (i) ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড।

(ii) তারজালি।

(iii) বুনসেন বার্নার।

(iv) কেলাসন পাত্র (Crystallising dish, 4" diam.)।

(v) তুঁতে বা সোরার জলীয় দ্রবণ

(vi) জলসমেত দ্রোণী।

(vii) কাঁচ-দণ্ড।

পদ্ধতি : ষষ্ঠ পরিচ্ছেদে (৭২-৭৩ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

ঊর্ধ্বপাতন (Sublimation) :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি : (i) ঊর্ধ্বপাতন যোগ্য পদার্থ, যথা—আইওডিন, কর্পূর বা নিশাদল।

(ii) বেসিন।

(iii) ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড।

(iv) তারজালি।

(v) ফানেল।

(vi) গ্লাস-উল।

(vii) ভিজা ফিলটার পেপার।

(viii) বালি-খোলা।

পদ্ধতি : ষষ্ঠ পরিচ্ছেদে (৭৬ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

সাধারণ মিশ্রণ হইতে উপাদানগুলি পৃথকীকরণ :

(ক) বালি ও চিনির সাধারণ মিশ্রণ :

জল মিশাইয়া চিনি দ্রবীভূত করিয়া পরিস্রাবণের সাহায্যে বালিকে চিনি হইতে পৃথক করা যায়।

(খ) গন্ধক + বালি + সোরা

কার্বন ডাই-সালফাইড দিলে গন্ধক দ্রবীভূত হইবে। পরিস্রাবণের সাহায্যে গন্ধকের দ্রবণ পৃথক হইবে। অতঃপর (বালি + সোরা) জল দিয়া সোরাকে দ্রবীভূত করিতে হইবে। ইহার পর পরিস্রাবণ করিলে অবশেষ হিসাবে বালি ও পরিস্রুৎ হিসাবে সোরার দ্রবণ পাওয়া যাইবে।

(গ) নিশাদল + চক :

নিশাদল ঊর্ধ্বপাতনের সাহায্যে পৃথকীকরণ সম্ভব।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদে এই সকল পদ্ধতি বিস্তারিত ভাবে বর্ণিত হইয়াছে।

বরফের গলনাংক নির্ণয় :

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্যাদি : (i) একটি ফানেল-স্ট্যাণ্ড।

(ii) একটি ফানেল।

(iii) একটি থার্মোমিটার।

(iv) একটি বীকার।

(v) একটি থার্মোমিটার ধরিয়া রাখিবার স্ট্যাণ্ড।

(vi) কিছু বরফ কুচি।

পদ্ধতি : তৃতীয় পরিচ্ছেদে (৩২-৩৩ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

মোমের গলনাংক নির্ণয় :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি : (i) ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড।

(ii) অ্যাস্‌বেস্‌টস্‌ বোর্ড। (iii) বুনসেন বার্নার।

(iv) থার্মোমিটার। (v) জলসমেত বীকার।

(vi) সরু পরীক্ষা নল (মোম সহ)। (vii) রবারের আংটা।

পদ্ধতি : তৃতীয় পরিচ্ছেদে (৩৩ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

জলের স্ফুটনাংক নির্ণয় :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি : (i) স্ট্যাণ্ড ও ক্ল্যাম্প।

(ii) তারজালি। (iii) বুনসেন বার্নার।

(iv) থার্মোমিটার। (v) পাতিত জলসমেত গোলতল ফ্লাস্ক।

(vi) দুইটি ছিদ্রযুক্ত কর্ক। (vii) ষ্টীম নির্গমন নল।

পদ্ধতি : তৃতীয় পরিচ্ছেদে (৩৪ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

মিশ্রণ ও যৌগিক পদার্থের পার্থক্য নির্ণায়ক পরীক্ষা :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি : (i) গন্ধক, (ii) লৌহ চূর্ণ (iii) কার্বন ডাই-সালফাইড (iv) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (v) ম্যাগনিফাইং গ্লাস, (vi) বেসিন, (vii) ত্রিপদ স্ট্যাণ্ড, (viii) তারজালি (ix) বুনসেন বার্নার ও (x) চুম্বক।

পদ্ধতি : চতুর্থ পরিচ্ছেদে (৫১-৫২ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

রসায়নাগারে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি ও উহার ধর্ম পরীক্ষা :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি : (i) ছিদ্রযুক্ত দুইটি কর্কসহ উল্‌ফ-বোতল।

(ii) থিস্‌ল্‌ ফানেল।

(iii) নির্গম-নল।

(iv) জলসমেত দ্রোণী ও বি-হাইভ সেল্‌ফ্‌।

(v) কয়েকটি গ্যাসজার (ঢাকনীসহ)।

(vi) দস্তার ছিবড়া।

(vii) সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) ;
এবং ধর্ম পরীক্ষার্থে

(viii) বুনসেন বার্নার।

(ix) গ্যাস-বেলুন।

(x) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ও ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ।

পদ্ধতি: দ্বাদশ পরিচ্ছেদে (৯৩ পৃঃ) বর্ণিত হইয়াছে।

ধর্ম:

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	মন্তব্য
1. (ক) গ্যাসপূর্ণ গ্যাস-জারের মুখের ঢাকনী একটু আলগা করিয়া অগ্নিসংযোগ করা হইল।	গ্যাস জ্বলিয়া উঠিল আলোকের বর্ণ ঈষৎ নীল।	ইহা সহজ দাহ্য, এবং ঈষৎ নীল আলোক সহকারে জ্বলে।
অগ্নিসংযোগকারী দেশলাই কাঠি অভ্যন্তরে ফেলিয়া দেওয়া হইল।	দেশলাই কাঠি নিভিয়া গেল।	ইহা দহন সহায়ক নহে।
(খ) গ্যাসে কিছু বাতাস মিশ্রিত অবস্থায় অগ্নি-সংযোগ করা হইল।	প্রচণ্ড শব্দ সহকারে উহা জ্বলিয়া উঠিল।	বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত থাকিলে উহা বিস্ফোরণ সহকারে জ্বলে।
2 (ক) একটি গ্যাসপূর্ণ গ্যাসজারের মুখের উপর আর একটি শূন্য গ্যাস-জার বসান হইল। অতঃপর মাঝখানের ঢাকনী অপসারণ করা হইল। এইবার উপরের গ্যাসজারের মুখে অগ্নি-সংযোগ করা হইল।	উপরের গ্যাস-জারের অভ্যন্তরে অগ্নিশিখা দৃষ্ট হইল।	হাইড্রোজেন বাতাস অপেক্ষা লঘু।
(খ) একটি গ্যাস-বেলুন ঐ গ্যাসদ্বারা পূর্ণ করিয়া ছাড়িয়া দেওয়া হইল।	গ্যাস-বেলুন ঊর্ধ্বে উঠিয়া গেল।	” ” ”

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	মন্তব্য
3. একটি গ্যাসপূর্ণ জার অধোমুখ করিয়া জলপূর্ণ দ্রোণীতে বসান হইল। অতঃপর উহার ঢাকনী সরানো হইল।	জল গ্যাসজারে একটুও উপরে উঠিল না।	ইহা জলে অদ্রবণীয়।
4 (ক) একটি পরীক্ষা নলে অম্লীকৃত (H_2SO_4 দ্বারা) পটাসিয়াম পার-ম্যাঙ্গানেট বা ফেরিক-ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ লইয়া উল্‌ফ্-বোতল হইতে হাইড্রোজেন সরাসরি উহাতে পরিচালনা করা হইল।	দ্রবণের বর্ণের কোনই পরিবর্তন হইল না।	সাধারণ হাইড্রোজেন পটাসিয়াম-পারম্যাঙ্গানেট বা ফেরিক-ক্লোরাইড দ্রবণকে বিজারিত করিতে পারে না।
(খ) ঐ H_2SO_4 যুক্ত দ্রবণে কয়েকটি ছোট দস্তার টুকরা ফেলিয়া দেওয়া হইল।	কিছুক্ষণ পরেই দ্রবণ বর্ণহীন হইল।	সদ্যজাত (nascent) হাইড্রোজেন উহাদের বিজারণে সক্ষম।

অন্যান্য ধর্ম :—ইহা একটি বর্ণহীন ও গন্ধহীন গ্যাস। চোখে দেখিয়া ও নাকে শুকিয়া ইহা পরীক্ষা করা যায়।

সাবধানতা : দ্বাদশ পরিচ্ছেদে ইহা বর্ণিত হইয়াছে।

রসায়নাগারে অক্সিজেন প্রস্তুতি ও উহার ধর্ম পরীক্ষা :

প্রয়োজনীয় দ্রব্য ও যন্ত্রাদি :

(i) পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) · প্রায় 15 gms.,

(ii) ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2) প্রায় 4 gms,

(iii) শক্ত কাঁচের পরীক্ষা নল (6″×1″) [ছিদ্রযুক্ত কর্কসহ]

(iv) স্ট্যাণ্ড ও ক্ল্যাম্প,

(v) বুনসেন বার্নার,

(vi) নির্গম নল,

(vii) জলপূর্ণ দ্রোণী (বি-হাইভ্ সেল্ফ্ সহ),

(viii) কয়েকটি গ্যাসজার (ঢাকনীসহ)

এবং ধর্ম পরীক্ষার্থে:

(ix) প্রজ্বলন চামচ (Deflagrating spoon),

(x) গন্ধক,

(xi) কাঠকয়লা,

(xii) সোডিয়াম ধাতু,

(xiii) নীল ও লাল লিটমাস কাগজ,

(xiv) ম্যাগনেসিয়ামের তার ও (xv) পাটকাঠি

পদ্ধতি: অষ্টম পরিচ্ছেদে (৮৮ ৮৯ পৃঃ) ইহা বর্ণিত হইয়াছে।

ধর্ম:—

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	মন্তব্য
1. নির্গম নলের মুখ দিয়া নির্গমণশীল গ্যাসের গন্ধ লওয়া হইল।	কোন গন্ধ পাওয়া গেল না। শ্বাস-প্রশ্বাস সহজতর হইল মাত্র।	ইহা গন্ধহীন (বর্ণহীন) গ্যাস; কিন্তু শ্বাস-প্রশ্বাসের সহায়ক।
2 একটি গ্যাসপূর্ণ জার অধোমুখ করিয়া জল-পূর্ণ দ্রোণীতে বসাইয়া ঢাকনী অপসারিত করা হইল।	গ্যাস-জারে জল উপরে উঠিল না।	ইহা জলে অদ্রবণীয়।
3. গ্যাসপূর্ণ জারে একটি নিভন্ত পাট-কাঠি প্রবেশ করানো হইল।	পাটকাঠি উজ্জ্বলভাবে জ্বলিয়া উঠিল; কিন্তু গ্যাসটি জ্বলিল না।	ইহা দহন-সহায়ক; কিন্তু দাহ্য নহে।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	মন্তব্য
4. (ক) প্রজ্বলন চামচে সামান্য গন্ধক লইয়া বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করা হইল। গন্ধক প্রথমে গলিয়া গিয়া নীল আলোকসহকারে জ্বলিতে লাগিল। এক্ষণে উহাকে অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করানো হইল।	গন্ধক উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকিল।	$S+O_2=SO_2$ গন্ধক অক্সিজেনে পুড়িয়া সালফার ডাই-অক্সাইড সাধন করে।
(খ) গন্ধকের দহন শেষ হইলে গ্যাস-জারে একটু জল দিযা গ্যাস জারের ঢাকনী বন্ধ করিয়া ঝাঁকানো হইল এবং পরে নীল লিটমাস কাগজ ফেলিয়া দেওয়া হইল।	নীল লিটমাস কাগজ লাল হইল।	$SO_2+H_2O=H_2SO_3$ H_2SO_3, একটি অ্যাসিড, এবং SO_2 একটি আম্লিক গ্যাস।
5. (ক) প্রজ্বলন চামচে এক টুকরা কাঠকয়লা রাখিয়া, উহাকে বার্নারে লোহিত তপ্ত করিয়া গ্যাসপূর্ণ জারে প্রবেশ করানো হইল।	কাঠ-কয়লা উজ্জ্বল ভাবে জ্বলিয়া উঠিল।	$C+O_2=CO_2$
(খ) ঐ গ্যাসপূর্ণ(CO_2) জারে ভিজা নীল লিটমাস কাগজ ফেলা হইল।	নীল লিটমাস কাগজ ধীরে ধীরে লাল হইল।	CO_2 আম্লিক ধর্মী। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	মন্তব্য
6. (ক) প্রজ্বলন চামচে এক টুকরা সোডিয়াম ধাতু লইয়া (চিমটার সাহায্যে) বার্নারে উহাকে উত্তপ্ত করিয়া গ্যাসপূর্ণ জারে প্রবেশ করানো হইল।	সোনালী হলুদ শিখা সহকারে সোডিয়াম জ্বলিতে লাগিল।	$4Na+O_2=2Na_2O$ $2Na+O_2=Na_2O_2$
(খ) দহনের পর অবশেষে কিছু জল দেওয়া হইল ও পরে লাল লিটমাস কাগজ উহাতে ফেলা হইল।	অবশেষ দ্রবীভূত হইল। লাল লিটমাস নীল হইল।	Na_2O+H_2O $=2NaOH$ $2Na_2O_2+2H_2O$ $=4NaOH+O_2$ সোডিয়ামের অক্সাইড ক্ষারকীয়।
7. (ক) এক টুকরা ম্যাগনেসিয়াম তার লইয়া বার্নারের শিখায় ধরিয়া উহাকে প্রজ্বলিত করা হইল। অতঃপর উহাকে গ্যাসপূর্ণ জারে প্রবেশ করানো হইল।	ম্যাগনেসিয়াম তার উজ্জ্বলতরভাবে জ্বলিয়া উঠিল।	$2Mg+O_2=2MgO$
(খ) অবশেষে কিছু জল দেওয়া হইল।	অবশেষ জলে অদ্রবণীয় রহিল।	MgO জলে অদ্রবণীয়।

সাবধানতা ; অষ্টম পরিচ্ছেদে (৮৯ পৃঃ) ইহা বর্ণিত হইয়াছে।